Jenaische Zeitschrift

für

NATURWISSENSCHAFT

herausgegeben

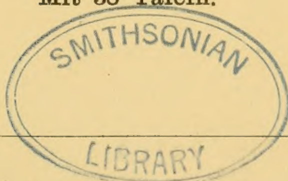
von der

medicinisch-naturwissenschaftlichen Gesellschaft
zu Jena.

Zwanzigster Band.

Neue Folge, Dreizehnter Band.

Mit 38 Tafeln.



Jena,
Verlag von Gustav Fischer
1887.

Inhalt.

Seite

Wagner, Richard, Die Encriniten des unteren Wellenkalkes von Jena. Mit Tafel I—II 1
Weissenborn, Bernhard, Beiträge zur Phylogenie der Arachniden 33
Hertwig, Oskar, und Richard, Über den Befruchtungs- und Teilungsvorgang des tierischen Eies unter dem Einfluß äußerer Agentien. Mit Tafel III—IX 120
Walther, Johannes, Über den Bau der Flexuren an den Grenzen der Kontinente. Mit Tafel X—XII 243
Skutsch, Felix, Die Beckenmessung an der lebenden Frau. Mit Tafel XIII—XXIV 279
Rawitz, Bernhard, Das zentrale Nervensystem der Acephalen. Mit Tafel XXV—XXIX 384
Waldschmidt, Julius, Zur Anatomie des Nervensystems der Gymnophionen. Mit Tafel XXX—XXXI 461
Hertwig, Oskar, und Richard, Über den Befruchtungs- und Teilungsvorgang des tierischen Eies unter dem Einfluß äußerer Agentien. (Schluß) 477
Kükenthal, Willy, Über das Nervensystem der Opheliaceen. Mit Tafel XXXII—XXXIV 511
Thomae, J., Über einige Formen und Formeln der Theorie der Rosenhain'schen Funktionen 581
Haacke, Wilhelm, Die Scyphomedusen des St. Vincent Golfes. Mit Tafel XXXV—XXXVII 588
Kolesch, Karl, Über Eocidaris Keyserlingi Gein. Mit Tafel XXXVIII 639



Sitzungsberichte 1886. III. Heft.

Haeckel, Ernst, Ueber Tiefsee-Boden 139
Dr. Rüst, Ueber neuentdeckte Radiolarien der Kreide und einiger älterer Schichten 143

* Missing

Seite

Stahl, Ueber die biologische Bedeutung der Raphiden . . 145

Walther, Ueber die Geologie von Helgoland und die Bedeutung der Laminarien für die Abrasion der Insel . . 147

Verzeichniss der Mitglieder Ende 1886 149

Bericht des Bibliothekars über den Tauschverkehr der Gesellschaft im Jahre 1886 151

Geschenke 162

Die Encriniten des unteren Wellenkalkes von Jena.

Von

Richard Wagner
in Zwätzen bei Jena.

Hierzu Tafel I und II.

Vorwort.

Zur Orientierung über das Lager der später zu beschreibenden Encrinitenreste mögen folgende Angaben dienen:

Betrachtet man die Steilabstürze des unteren Wellenkalkes im Saalthale bei Jena aus der Ferne, so treten in der Mitte der Gehänge drei breite Felsgürtel hervor, die zusammen nicht viel weniger als ein Drittel der Gesamtmächtigkeit dieses zweituntersten Gliedes unseres unteren Muschelkalkes ausmachen. Oberhalb und unterhalb dieser Felsgürtel verflacht sich einigermaßen die Böschung, sodaß hierdurch eine aus der Ferne sichtbare Dreiteilung des unteren Wellenkalkes resultiert. Am Südwest-, West- und Südabhange des Jenzig, im Rosenthale bei Zwätzen, den Kernbergen, dem Johannisberge zwischen Wöllnitz und Lobeda sind diese „drei konstanten Bänke", wie sie Schmid bezeichnet[1]), auf weite Erstreckung deutlich zu sehen. Mit dem oberen Rande der obersten dieser drei Felsbänke ist nicht blos orographisch sondern auch paläontologisch eine weitere Gliederung des unteren Wellenkalkes, der nach Schmid[2]) eine Mächtigkeit von 65—90 m besitzt, gegeben. Von diesem Rande an aufwärts verflacht sich der Abhang bis hinauf zu dem, den unteren Wellenkalk scharf nach oben abschneidenden mächtigen Terebratulakalk Sd, ohne daß aus dem rasigen oder mit Erdkrume bedeckten Gehänge stärkere Hervorragungen auf weitere Entfernung hin sich besonders bemerkbar

1). Schmid, Geogn. Verhältn. d. Saalthales bei Jena, S. 16.
2) Schmid, Der Muschelkalk d. östlichen Thüringens, Jena 1876, S. 5.

machen. Unmittelbar über der oberen Kante dieser obersten konstanten Bank streicht aber ein unteres Lager mit Terebrateln aus. In dem idealen Profile der Bergschichten von Jena, welches ZENKER schon vor fünfzig Jahren gab [1]), ist dieses Lagers Erwähnung gethan als „Terebratulitenkalk 2". Seitdem ist dasselbe nicht wieder aufgefunden worden, wozu wohl der Umstand beitrug, daß es an den unzugänglichsten Partien unserer Felsgehänge zu Tage ausstreicht und daß ZENKER nicht durch Messung die Lagerung im Schichtenverbande näher präcisiert hatte. Im vergangenen Herbste fand Verfasser Terebrateln in einem unteren Lager am Nordabhange des Jenzig. Herr Professor ECK in Stuttgart, dem ich einige Exemplare übersendete, hatte die Freundlichkeit, mir mitzuteilen, daß „die Aehnlichkeit der hiesigen Terebrateln aus der unteren wie aus der oberen Bank mit denen aus entsprechendem Lager von Meiningen und von den würtembergischen Fundorten eine ganz in die Augen fallende sei." Die Erfunde müssen demnach der Terebratula Ecki Frantzen zugerechnet werden. Den Terebratulitenkalk 3, dessen ZENKER ebenfalls erwähnt und der nahe der unteren Grenze des unteren Wellenkalkes ausstreichen muß, habe ich noch nicht auffinden können.

In diesem Frühjahre habe ich das Vorhandensein der unteren Terebratelbank weiter verfolgen können am Süd- und Südwestabhange des Jenzig, am Nordwestabhange der Kernberge, am Westabsturze des Hummelsberges bei Jena und im Rosenthale bei Zwätzen. Dieses ist ein Gebiet, dessen äußerste am linken und rechten Saalufer gelegenen Punkte in der Luftlinie 5800 m von einander entfernt sind. Im Rosenthale bei Zwätzen liegt die untere Terebratelbank 25 m, am Jenzig, gerade südlich unter der Fahnenstange, 23,4 m unter der unteren Kante des oberen Terebratulakalkes. Oberhalb und unterhalb dieses unteren Terebratellagers lagern nun zwischen den flaserigen und bröckligen Kalkschiefern Trochitenkalke. Bestimmbare Reste aus denselben lagen bis jetzt nicht vor, obwohl das Einstreichen dieser Trochitenkalkeinlagerungen in den Arbeiten von ZENKER, GEINITZ, SCHMID [2]) Erwäh-

---

1) ZENKER, Histor.-topogr. Taschenbuch von Jena, 1836, S. 336.

2) ZENKER, a. a. O. S. 220. GEINITZ, Beitrag zur Kenntnis d. thür. Muschelkalkgebirges, 1837, S. 18. SCHMID, a. a. O. S. 21, § 35, S. 45 § 69. Derselbe, Die organ. Reste des Muschelkalkes im Saalthal bei Jena, n. Jahrb. f. Min. 1853, S. 37. Derselbe in C. DALMER, Die ostthür. Encriniten, in Jenaisch. Zeitschr. f. Naturw. Bd. IX, N. F. IV 3. S. 384—385.

nung findet. Die Kenntnis der Crinoidenfauna des Jenaischen unteren Muschelkalkes wurde aber wesentlich erweitert durch Funde, die im Jahre 1876 im oberen Terebratulakalke des Nordthales bei Jena gemacht wurden. Diese interessanten Encrinitenkronen fanden eine Bearbeitung durch C. DALMER[1]) und wurden von demselben als Encrinus Carnalli var. monostichus beschrieben.

Es ist dem Verfasser gelungen, seit 1881 aus den Trochitenkalken des unteren Wellenkalkes ein Material zusammenzubringen, dessen Bearbeitung einen weiteren Beitrag zur Kenntnis der Crinoidenfauna des unteren Muschelkalkes von Jena zu liefern geeignet ist. Verfasser hat sich dieser Bearbeitung um so lieber unterzogen, als er damit ein Versprechen einlöset, das er s. Z. dem um die Kenntnis der Jenaischen Trias hochverdienten Herrn Geh. Hofrath SCHMID in Jena gegeben hat. — Die Originale zu dieser Arbeit befinden sich in der Sammlung des Verfassers.

In nachstehender tabellarischer Übersicht beziehen sich die Angaben zunächst auf die Trochitenkalke des Rosenthales bei Zwätzen. In der letzten Spalte sind Lokalitäten aufgeführt, an denen ebenfalls Trochitenkalke beobachtet wurden, die petrographisch, paläontologisch und nach dem Lager als jenen äquivalent erachtet werden können. Die Mächtigkeit des unteren Wellenkalkes beträgt im Rosenthale 67 m (nach einem von mir ausgeführten Nivellement), am Südwestabhange des Jenzig nach der geologischen Specialkarte Sektion Jena von SCHMID ca. 75 m.

---

1) C. DALMER, a. a. O. S. 386—402, t. 23 f. 1—6.

Nro. der Trochitenkalke.	Tiefe unter dem oberen Terebratulakalke in M.	Höhe über d. unteren Grenze des unter. Wellenkalkes in M.	Beschaffenheit der Trochiten.	Art, auf welche sie zu beziehen sind.	Andere Fossilien der Trochitenkalke.	Petrographische Beschaffenheit d. Trochitenkalke.	Weitere Lokalitäten mit Trochitenkalken im unteren Wellenkalke, die denen des Rosenthales äquivalent sind nach Lagerung, Versteinerungsführung u. petrograph. Beschaffenheit.
Oberes Hauptlager mit Terebratula (Terebratulakalk, Sd.).							
7.	6,5	60,5	Rund, außerdem Kronenglieder.	Encrinus aculeatus.	Cidaris grandaevus, Stacheln u. Tafeln, Kieferstücke, Spirifer hirsutus. Terebratula angusta var. Ostheimensis (?). Lima striata, Lima radiata, Lima interpunctata. Pecten discites, Mytilus eduliformis, Hinnites comtus, Pholadomya Schmidi, Myophoria elegans, Ostrea exigua, Ostrea spondyloïdes, Gervillia mytiloïdes; Euomphalus exiguus. Chemnitzia Haueri.	Konglomeratische Kalkbänke. In heller, krystallin. Grundmasse, die oft aus Konchylienschalen besteht, liegen scharf gesonderte, abgerundete Brocken und Scherben dichten, sehr festen, dunkelblauen, braunen u. rötlichen Kalkes. Mächtigkeit nicht über 0,30 und nicht unter 0,10 m herabgehend. Meistens mit eingestreutem Glaukonit. Stylolithen nicht selten.	Rauhthal bei Zwätzen. — Westabsturz des Hummelsberges (Kernberge) bei Jena, hier 6,19 m unter dem oberen Terebratulakalk und 0,05—0,08 m mächtig. Aus dieser Bank zwei Kronen von Encrin. aculeatus. — Johannisberg zwischen Wöllnitz u. Lobeda.
6.	8	59	Rund, außerdem Kronenglieder.	Encrinus aculeatus (?)			Nordabhang des Jenzig im Fahrweg von Kunitz auf den Jenzig; Südwestabhang des Jenzig, hier 0,27 m mächtig und 7,69 m unter oberem Terebratulakalk.
5.	19	48	Rund, Kronenglieder.	Encrinus aculeatus (?)			Fahrweg von Kunitz auf den Jenzig, Südwestabhang des Jenzig; hier mit 0,18—0,26 m M. und 20,22 m unter oberem Terebratellager.
4.	23,5	43,5	Rund, Kronenglieder.	Encrinus aculeatus (?)			Apoldaischer Steiger am Landgrafenberge bei Jena.

Unteres Terebratellager mit Terebratula Ecki, Frantz. (Terebratulitenkalk Nro. 2, bei Zenker, histor.-topogr. Taschenbuch von Jena, 1836). Am Südwestabhange des Jenzig 23,3 m unt. oberem Terebratelkalk, im Rosenthale bei Zwätzen 25 m unter ober. Terebratelkalk und 42 m über der unteren Grenze des unteren Wellenkalkes. Ferner von mir bis jetzt nachgewiesen: am Nordwestabhange der Kernberge und Westabhange des Hummelsberges bei Jena. Bis 0,28 m m., meist in mehrere Packen gespalten. Bläulicher, krystallinischer fester Kalk mit oolithischen gelben Partien, die bei der Verwitterung hervortreten. Die dunkle Färbung stellenweise in hellere rötlich-graue übergehend und die gelben oolithischen Stellen näher

zusammenliegend. An den weniger mächtigen Stellen ist die obere Schichtfläche uneben, das Gestein ihr zunächst ockergelb und dicht, unten dunkelblau und dicht und von oben her mit ockergelben Streifen und Schnüren durchzogen, die beim Herauswittern Hohlräume hinterlassen. Terebrateln liegen ziemlich einzeln, nur an einzelnen Stellen gehäufter, auf der oberen Schichtfläche oder im Innern, wo die Steinkerne zum Theil aus Kalkspat und spätigem bläulichweißem Cölestin bestehen. An solchen Stellen auch spätiger Cölestin im Gestein verteilt. Terebrateln 7—22 mm lang. Kleine Individuen am häufigsten. Außerdem noch: Lima radiata, Pecten Albertii, Myophoria elegans und curvirostris, Ostrea decemcostata, Pleurotomaria Albertiana, einzelne runde Trochiten.

3.	29	38	Rundlich und gerundet pentagonal, Breite bis 2 mm. Zahlreiche Cirrhen- u. Pinnulälieder.	Encrinus gracilis.	Ammonites Buchi, Ophiura loricata, u. prisca.	Harte, helle, dichte, dickwulstige Kalke, die keine scharf geschiedene Bank bilden. Die Trochiten in zwei Lagen von ca. 0,3 m Abstand eingelagert.	Die dickwulstigen Kalke bilden den oberen Rand der mittleren konstanten Bank u. sind nachgewiesen: am Nord- u. Südwestabhange des Jenzig, Apoldaischen Steiger bei Jena, Kernberge und Hummelsberge bei Jena. Am Jenzig 2,4 m, am nordwestl. Abhange der Kernberge 1,4 m, am Hummelsberge 1,5 m unter dem oberen Rande dieser Trochiteneinlagerung und damit dem oberen Rande der mittl. konstanten Bank liegen Züge von linsenförmigen Einlagerungen mit Gliedern von Encr. grac. Aus zweien derselben stammt Encr. gracilis.
2.	45	22	Pentagonal. 1—4 mm. Seiten gerundet, gerade od. eingedrückt. 5blättrige Gelenkflächen. Narbenglieder mit 5 Gelenkflächen. Cirrhen- u. Pinnulälieder.	Pentacrinus dubius. Encrinus pentactinus (?) Encrinus gracilis.	—	Innerhalb der wulstigen Kalkschiefer die Trochiten zumeist in 3 Lagen geordnet, die ein 1,5 mm. Band bilden, in dem die Zwischenmittel ebenfalls von einzelnen Trochiten durchschwärmt sind.	Kernberge, Nord- u. S.-Westabhang d. Jenzig, Kunitzburg, Apoldaischer Steiger (hier nach Schmid 46 m unter ob. Terebratelbank). Diese Zone streicht nicht weit unter der unteren Grenze der unteren konstanten Bank aus, am Jenzig ca. 2,5 m darunter.
1.	47	20	Runde Kelchglieder. Nicht untersch. von Encr. liliiform.	—	Ophiura loricata, Lima striata, Cidaris grandaevus. Hybodus plicatilis.	0,07—0,09 m m. feste dunkelblaue Bank.	Heiligenberg bei Zwätzen, Südwestabhang des Jenzig. Angedeutet an der Kunitzburg u. der nach Ziegenhain gerichteten Seite der Kernberge.

Beschreibung.

1. Encrinus gracilis v. Buch.

Das Material lieferten zwei linsenförmige Einlagerungen der mittleren konstanten Bank des unteren Wellenkalkes am Nordwestabhange des nach Jena gerichteten Ausläufers der Kernberge bei Jena. Größe dieser Linsen 0,3 m Dicke und 1 m Länge. Sie waren ganz erfüllt mit Resten von Encrinus gracilis, Ophiura loricata und weniger häufig Ophiura prisca. Das Gestein hat unebenen Bruch, ist äußerlich uneben und von Kalkschalen eingehüllt. Im Innern krystallinisch, fest, von krystallinischem Cölestin imprägniert und von einzelnen Lagen eines gelblichen Letten durchzogen. Diese lettigen Stellen ergaben auch die beste Ausbeute.

a) **Der Stengel.**

Der lange dünne Stengel besteht aus einer großen Anzahl verschieden hoher und starker Glieder. Das untere Stengelende ist an keinem der Stücke aufbewahrt. Die drei längsten Säulenstücke messen 66,5; 98; 103 mm in der Länge, bei 2; 2; und 1,2 mm Dicke. Der untere Theil des Stieles setzt sich zusammen aus cylindrischen Gliedern von gleicher Höhe, bei denen die Höhe der Breite gleichkommt. Die Reihenfolge der gleichen Glieder wird in gewissen Abständen unterbrochen durch stärkere, wulstig hervortretende Glieder mit Gelenkflächen für Cirrhen und mit noch artikulierenden Cirrhen. Ich bezeichne diese Glieder nach dem Vorgange von Quenstedt als Verticillenglieder. Nach oben nimmt die Höhe der Glieder im Vergleich zur Breite ab. Die Nähte vertiefen sich dabei; die Glieder sind in der Mitte angeschwollen und geben dem Stengel jenes „zierliche, perlschnurförmige Aussehen", wie es L. v. Buch schildert [1]). Die Mittelzone der Trochiten erhebt sich zuweilen zu einer stumpfen Kante, sodaß derartige rundliche Glieder einem abgestumpften Doppelkegel gleichen. Allmählich geht die Rundung über in die pentagonale Gestalt, die Nähte dabei anfangs noch vertieft. Später werden die Trochiten ebenflächiger. Mit der letzteren Umwandlung geht die zunehmende Ungleichheit in der H ö h e der aufeinander folgenden Trochiten Hand in Hand. Höhere breitere Glieder wechseln schließlich mit schmaleren und niedrigen ab in einer bestimmten Gesetzmäßigkeit. An drei Säulen betrug der ungleichgliedrige

1) Verhandl. Berl. Akad. 1845. S. 27.

pentagonale Teil 35 mm, 20 mm, 20 mm. Nahe der Krone sind die größeren Glieder pentagonal, an den Kanten angeschwollen, die Seiten eben oder eingedrückt. Sie überragen seitlich die ihnen auf- oder unterliegenden dünnen scheibenförmigen Glieder. Auf den Nähten zwischen den Trochiten stehen in den vertieften Säulenseiten Nahtpunkte, die beim Zählen der Glieder oft allein verläßlich sind. Die Gesetzmäßigkeit in der Aufeinanderfolge von flachen scheibenförmigen und höheren Trochiten unterscheidet sich nicht von den derartigen Verhältnissen bei anderen Arten des Genus Encrinus. Wie bei jenen zerfällt die obere Region des ungleichgliedrigen pentagonalen Stengelteiles in Systeme von je vier Gliedern, in denen die höheren mit den flacheren in der Weise alternieren, daß zwischen je zwei stärkeren Gliedern je drei schwächere liegen, von denen das mittlere wieder das stärkste ist. In nachstehender schematischer Darstellung sind diese Verhältnisse an zwei Stengelstücken veranschaulicht. Das erste Stück, 21 Glieder zählend, hat oben ein Verticillenglied; darunter folgt ein 15gliedriger Entrochit mit nachfolgender Gliederung. Die stärksten Trochiten sind hier durch römische Zahlen, die zwischen ihnen liegenden mittleren stärkeren durch Größe der Zahl sowie durch einen wagerechten Strich markiert. Von oben:

1. **2.** 3. IV. 5. **6.** 7. VIII. 9. **10.** 11. XII. 13. 14. **15** (Verticillenglied).

Das zweite Stück mit ansitzender Patina von oben:

1. **2.** 3. IV. 5. **6.** 7. VIII. 9. **10.** 11. XII. 13. **14.** 15.
Verticillenglied.

Manche der dünnen Trochiten erreichen nicht die äußere Fläche des Stieles, sind also von außen verborgen. Sie liegen als sternförmige Scheibe mit gekerbter 5blättriger Gelenkfläche zwischen stärkeren Gliedern (T. I Fig. 5) [1]). Diese unentwickelten Trochiten werden erst sichtbar durch Längsschliffe des Stieles.

Der Stengel zeigt in dieser Hinsicht Aehnlichkeit mit dem des Pentacrinus subangularis Miller, von dem Goldfuss und Quenstedt Abbildungen geben [2]). Hier liegt zwischen je zwei stärkeren Gliedern mit konkaven Gelenkflächen ein sehr dünnes Zwischenglied eingeschoben. Diesen stärkeren Gliedern würden an den obigen Stücken entsprechen z. B. VIII und XII, dem zwischen-

1) Vergl. Quenstedt, Asteriden u. Encriniten T. 101 F. 24a. S. 299.
2) Petref. Germ. T. 62 Fig. 1 f u. g; Quenst. a. a. O. T. 101 F. 1 x.

liegenden 10. Ferner liegen bei Pentacrinus subangul. unter- und oberhalb dieses Zwischengliedes zwischen diesem und den unteren resp. oberen Gelenkflächen der beiden stärkeren Trochiten noch je eine sehr dünne Scheibe; denselben würden entsprechen 9 und 11. Goldfuss schließt aus dieser Lagerung auf das Wachstum des Stengels, welches nach ihm dadurch erfolgt, daß diese Scheiben sich weiter entwickeln[1]). Ferner sagt Goldfuss auch über das Wachstum der Säule von Encrinus[2]): „daß die Länge wächst durch Erzeugung kleiner Zwischenglieder, die später mit den benachbarten verwuchsen und mit ihnen durch Überlagerung neuer Rindenschichten verbunden wurden, sodaß ihre ursprüngliche Trennung äußerlich nicht mehr wahrzunehmen ist.“ — Diese Verwachsung mehrerer Glieder zu einem einzigen ist zu beobachten an einem Stengelstück aus der cylindrischen Region, die nahe dem pentagonalen Stengelteile liegt. Die 2,3 mm breiten und bis 1,2 mm hohen Trochiten bestehen hier je aus drei verwachsenen Gliedern, von denen das mittlere das höchste ist. Ein anderes Stielstück aus annähernd derselben Region zeigte diese Verwachsung bei einem Längsschliff, während äußerlich die Zusammenfügung nicht mehr zu sehen war (T. I Fig. 8). Auf Längsdurchschnitten aus der unteren cylindrischen Region dagegen war keinerlei Trennung der Trochiten in mehrere zu bemerken. Das Wachstum des Stengels bei recenten Crinoideen bietet für die geschilderten Verhältnisse einige Aufklärung. Nach W. Thomson[3]) hat der Stengel des Pentacrinus (Neocrinus) asterias L. zuerst drei bis vier Glieder, die unmittelbar unter dem Basalring in einer Grube eingebettet sind, aus der sie durch ihr Wachstum nach und nach herausgetrieben werden. Diese Glieder sind durchgängig knotig und tragen nachher Cirrhen. Die internodalen Glieder sind später zwischen jenen entwickelt. Offenbar bietet die Entwickelung des Stengels bei obigem Pentacrinus Analogien für diesen Vorgang bei Encr. gracilis. Es würden also bei diesem die Verticillenglieder und die knotigen Glieder des Stengels den zuerst entstandenen Trochiten entsprechen. Indem zwischen diesen primären, teilweise Cirrhen tragenden Gliedern neue dünne, und zwar, wie aus der

1) a. a. O. p. 171 Fig. n—q.

2) a. a. O. p. 178.

3) On the Embryogenie of Antedon rosaceus Linck in Philosoph. Transactions of the Royal Society of London. 1865. Vol. 155. Part II. p. 536.

oben gekennzeichneten Aufeinanderfolge der Glieder resultiert, in der Regel drei neue Trochiten sich bildeten, mußte die Säule in dem Maße an Länge zunehmen, in welchem diese sekundären Trochiten sich weiter entwickelten. Dabei wurde ein Teil der primären Glieder nach unten gedrängt und durch fortgesetzte Interpolation neuer Glieder auch die der unmittelbar vorhergehenden Periode. Gleichzeitig damit trat die oben erwähnte Verwachsung mehrerer Glieder zu einem einzigen ein, die mit der zunehmenden Entfernung von der Krone sich immer inniger gestaltete bis zum Verschwinden jeglicher Verwachsungslinie bei den unteren cylindrischen Trochiten.

Artikulation der Stielglieder. Die Glieder artikulieren durch Gelenk- und Nahtflächen. Im ungleichgliedrigen pentagonalen Teile beobachtet man:

1) Glatte Nahtflächen.

2) Nahtflächen mit 5 vom Nahrungskanal nach den Ecken gerichteten Blättern, welche nicht vertieft sind (T. II Fig. 6).

3) Nahtflächen, Blätter vertieft, ohne Gelenkkerben (T. I Fig. 6).

4) 5blättrige Gelenkflächen, die Blätter umgeben von Kerben (T. I Fig. 5).

In dem Maße, als die Glieder sich nach Höhe und Dicke ins Gleichgewicht setzen und den pentagonalen Umriß allmählich verschwinden lassen, rücken die Kerben der fünf Blätter weiter hinaus nach der Peripherie der Trochiten, wodurch die bekannte Zeichnung der Gelenkflächen entsteht, wie sie H. v. Meyer in Pal. I T. 32 F. 17, 18, 22 aus dem Muschelkalk von Chorzow als „Chelocrinus acutangelus“ abbildet, während Fig. 23 mehr auf die 5blättrige Gelenkfläche der oberen dünnen scheibenförmigen Glieder paßt. T. I Fig. 3 zeigt eine derartige Gelenkfläche, deren Kerben nahe der Peripherie liegen. Zuletzt stehen die meisten peripherischen Kerben radial, und man sieht äußerlich die Zähnelung, wie sie den Stielen der Encrinusarten überhaupt eigen ist, auch hier zwischen den Trochiten in sehr zierlicher gezähnter Linie.

Mehrere Gelenkflächen des ungleichgliedrigen und des gleichgliedrigen pentagonalen Stengels zeigten beim Anschleifen dunkle vom Nahrungskanal nach den Ecken gerichtete Streifen, also in der Richtung der fünf Blätter auf den Gelenkflächen (T. I Fig. 2). Im unteren cylindrischen Stengel vermochte ich davon nichts zu sehen. Längsschnitte ergaben in den zwei angegebenen Regionen außer dem Nahrungskanal zwei dunkle, den äußeren Rändern ge-

näherte Längsstreifen, die in der gleichgliedrigen pentagonalen Stengelregion durch das mittlere der zu einem Gliede verwachsenen Glieder unterbrochen oder eingeschnürt sind (T. I Fig. 8). Es erinnern diese Erscheinungen an den durch JOH. MÜLLER[1]) geschilderten Bau des recenten Pentacrinusstengels, der nach MÜLLER von fünf Sehnensträngen durchzogen ist. Innerhalb der Glieder sind diese Sehnen von Knochensubstanz durchzogen und eingeschlossen. Auf den Längsdurchschnitten des Stengels ist das Durchgehen der Sehnen nur undeutlich zu sehen.

Die dunklen Streifen auf den Quer- und Längsschliffen könnten vielleicht auch von durchgehenden Sehnensträngen herrühren. Ich wage aber hier nicht, eine bestimmte Deutung auszusprechen.

Zwischen den normalen Stielgliedern treten in verschieden langen Abständen hervor breitere und höhere, wulstig verdickte, Cirrhen tragende Glieder. Der Umriß dieser Verticillenglieder ist unregelmäßig pentagonal im pentagonalen, rund mit stark angeschwollener Mittelzone im unteren runden Säulenteil. Die Anzahl der Glieder von einem Verticillengliede zum nächsten ist verschieden. Zu einem Entrochiten zähle ich sämtliche Trochiten zwischen zwei Verticillengliedern mit Einschluß des untersten der letzteren. Die Zahl der zu einem Entrochiten gehörenden Glieder ist im ungleichgliedrigen oberen Säulenteil geringer als weiter unten. Ich fand an zwei Stücken den ersten Entrochiten (unmittelbar unter der Krone) mit 8 und 9 oder 10 Gliedern. Zwei längere Stielstücke ergaben ferner folgende Resultate:

Erstes Stengelstück 103 mm lang, mit ansitzendem Kelche. Anzahl der erhaltenen Glieder, die mit einiger Sicherheit gezählt werden konnten, 104. In die Länge eine 19 mm lange Unterbrechung eingerechnet (T. I Fig. 1 b).

Das unmittelbar unter dem Kelche liegende Stengelstück ist undeutlich gegliedert, sodaß die Zahl der Glieder nicht zu konstatieren ist. Die darunter folgende 19 mm lange Lücke hat enthalten den größten Theil des ungleichgliedrigen Stengelabschnittes. Meine Beobachtungen an dieser Säule beziehen sich daher nur auf den gleichgliedrigen pentagonalen und eine große Erstreckung des cylindrischen Teiles. Die Reihenfolge der Entrochiten ist von oben gezählt.

---

1) Abh. Berl. Akad. 1841.

1. Entrochit. ca. 13 Trochiten; auf $2^1/_2$ mm ca. 9 Tr., auf 10 mm 32—36. Unter der Lücke folgen zwei niedrige Tr. Der 3. ist ein Narbenglied. Die Glieder dieses Entrochiten alternieren einfach, indem auf ein niedriges ein höheres folgt, das letztere seitlich angeschwollen und das flache überragend. Das 1. bis 8. Glied sind zu unterscheiden; auf die zwischen dem 8. und dem nächsten Verticillengliede liegende Stiellänge können noch ungefähr 4 Glieder kommen. An dem Narbengliede ist zu erkennen eine Gelenknarbe für eine Cirrhe, und links tritt unter dem Stengel ein feines Rankenstück hervor, dessen ursprüngliche Insertion nur an diesem Verticillengliede gewesen sein kann.

2. Entrochit. 14 Tr.; auf 5 mm Länge 10, auf 10 mm = 20 Trochiten. Die pentagonalen Glieder beginnen sich ins Gleichgewicht zu setzen. An dem Narbengliede artikulieren zwei Cirrhen. Ein dicht darunter liegendes Cirrhenstück mit 3 Gliedern gehört zum Narbengliede des 3. Entrochiten.

3. Entrochit. 13 Trochiten; auf 5 mm L. 8 Tr., auf 10 mm = 16 Tr. — Glieder von gleicher Höhe; in der Mitte leicht gewölbt, Nahtgegend vertieft. Die Gelenknähte sind nicht deutlich zu erkennen. Am Verticillengliede 1 Cirrhenstück sichtbar.

4. Entrochit. 14 Trochiten; auf 5 mm = 8, auf 10 mm = 16 Tr. Am Narbengliede 2 Cirrhen sichtbar; die rechte mit 4 Gliedern. Ihren weiteren Verlauf zeigt eine schmale Rinne und eine Kante, auf der sich die Cirrhe mit stylolithenartiger Unterlage fortsetzt. Ähnlich der Erhaltungszustand der linken Cirrhe.

5. Entrochit. 14 Glieder; auf 10 mm = 13 Tr. Am Narbengliede artikulieren zwei Cirrhen, davon die rechte mit 14 Gliedern. Unter ihm tritt der obere Teil einer Ranke des 7. Verticillengliedes hervor, die, zuerst links einen dem Stengel parallelen Eindruck hinterlassend, unter der Säule hindurch auf die rechte Seite gelangt.

6. Entrochit. 15 Glieder; auf 10 mm = 12 Tr. Trochiten ebenso hoch wie breit; cylindrisch. Unter dem 7. Trochiten liegt eine Bruchfläche. Auf der vorderen Seite des Narbengliedes noch ein Cirrhenglied. Eine an der Hinterseite der Säule inserierte Ranke biegt sich rechts neben der Säule ein und geht dann schief nach unten.

7. Entrochit. 9 Glieder (unvollständig). Unter dem 5. Trochiten eine Bruchstelle. Die bis 14 oder 15 noch fehlenden Glieder müssen verloren gegangen sein, bevor der Stiel in seine jetzige Lage gekommen ist. Von den zwei sichtbaren Cirrhen ist die

rechts undeutlich; die links hervortretende wendet sich zuerst stark links und biegt dann nach oben um. Auf ihrer längsten Erstreckung nur durch ihren Abdruck sichtbar, geht sie unter dem Stengel hindurch und tritt dann rechts (siehe 5. Entr.) neben der Ranke des übernächsten Wirtels auf der rechten Seite hervor. Unter dem ersten, zweiten und dritten Trochiten ist die gezähnte Gelenknaht zu erkennen.

8. Entrochit. 12 Glieder. Auf 10 mm fast 11 Glieder. Der Kalkspat der Trochiten ist stark resorbiert. An dem Wirtelgliede zu beiden Seiten je eine Cirrhe. Eine dritte, ebenfalls rechts liegend, ist von ihrer an der hinteren Seite liegenden Insertionsfläche losgelöst und liegt mit ihrem unteren Ende dicht neben der Insertionsfläche der rechten Cirrhe. Die linke Ranke biegt ebenfalls unter der Säule hindurch und geht mit einer Unterbrechung in stark resorbiertem Zustande fast bis an den rechten Rand der Platte. Unter dem Verticillengliede noch zwei undeutliche Glieder des nächsten Entrochiten.

Zweites Stengelstück, 66,5 mm lang, 2 mm dick. Dieses ausgezeichnete Stück beginnt oben mit dem außen ebenflächigen pentagonalen Säulenteil. Der Anfang würde entsprechen dem zweiten Entrochiten von Fig. 1 b. Das oberste Glied, pentagonal, die Seiten kaum merklich eingedrückt, trägt oben eine Gelenkfläche mit einigen groben Randkerben.

1. Entrochit: 16 Glieder.
2. „ 16 „
3. „ wahrscheinlich 16 Glieder. Beim letzten Gliede geht eine Cirrhe ab, ohne aber die Insertion und das Narbenglied deutlich erkennen zu lassen, da der Stengel hier mit Gesteinsmasse bedeckt ist.

4. Entrochit. 16 Glieder. Unter dem mutmaßlichen Verticillengliede des vorigen Entrochiten liegt eine Bruchstelle. Am Narbengliede 1 Cirrhe inseriert. Eine zweite Gelenknarbe ist nur undeutlich sichtbar.

5. Entrochit. 15 Glieder. Unter dem 6. Gliede eine Bruchstelle. Wahrscheinlich fehlt hier ein Glied. Am Narbengliede 1 Ranke inseriert. —

Bis zum 10. Gliede des 2. Entrochiten ungefähr sind die Glieder ungleich hoch. So weit ist auch der pentagonale Stengelumriß noch ausgesprochen durch eine stumpfe Längskante des Stengels. Auf diese 26 pentagonalen Trochiten kommt eine Länge von 17 mm, auf die übrigen 54 : 49,5 mm L. Im pentagonalen

Teile kommen auf 10 mm L. 16 Glieder, im cylindrischen Teile, nahe dem vorigen, auf 10 mm 13, weiter unten auf 10 mm ca. 11 Glieder. Bei diesen Abmessungen sind die Verticillenglieder ihrer bedeutenderen Höhe wegen vermieden worden. Die Glieder, auch die untersten, sind nirgends so hoch als breit. Da demnach noch ein beträchtliches Stück der Säule fehlen muß, sowohl unten als auch oben, so erhellt daraus die im Vergleich zur Dicke bedeutende Länge des vollständigen Stengels.

Der leichteren Übersichtlichkeit halber gebe ich hier nochmals die Zahl der Glieder bei den Entrochiten der zwei Säulenstücke, wobei die im relativen Abstand von der Krone sich ungefähr entsprechenden in eine senkrechte Reihe gestellt sind:

1) (Fig. 1 *b*) 13, 14, 13, 14, 14, 15, 7?, 12.
2) 16, 16, 16?, 16, 15.

Aus dieser Untersuchung ergiebt es sich, daß zunächst unter und nahe der Krone (wie bereits oben erwähnt) die Entrochiten weniger Glieder zählen als weiter unten, wo die Gliederzahl zwar größer ist, aber wenig Abweichungen zeigt.

Unmittelbar unter der Krone stehen die Glieder am gedrängtesten. Es kamen hier z. B. auf

5 mm L. ca. 23 Glieder, auf 10 mm ca. 46 Glieder.
2,5 mm L. ca. 10 Glieder, auf 10 mm ca. 40 Glieder.

Die Dicke der Stengel beträgt 1—2,7 mm, wobei bemerkt werden muß, daß von der Krone an der Stengel nach unten etwas dünner, später aber wieder stärker wird, so daß im allgemeinen er im ungleichgliedrigen pentagonalen Teile schwächer ist als weiter unten. Das stärkste pentagonale Säulenstück mit eingedrückten Seiten, gleichen Gliedern, in den Kanten etwas angeschwollen (Taf. I, Fig. 2), ist 2,7 mm dick. Auf 10 mm kommen hier 9 Glieder. Das stärkste runde Säulenstück mit Verticillenglied (Taf. I, Fig. 7), vertieften Nähten, Glieder breiter als hoch, 2,6 mm dick, entstammt dem über dem unteren cylindrischen Teile gelegenen Stengelabschnitte. H. v. Meyer bildet Pal. I, T. 31, F. 11, 12 Säulenstücke mit kugligen Gliedern ab, cylindrische, von 2 mm Dicke, F. 16, pentagonale von 2,2 mm Dicke, F. 14. Diese oberschlesischen Stücke zeigen unverkennbare Ähnlichkeit mit den vorliegenden.

Die Cirrhen. In die Verticillenglieder sind zwei bis drei Gelenkflächen für ebenso viele Cirrhen verschieden tief eingesenkt. Manche Gelenkgruben erscheinen nur als flache Aushöhlungen. Sie sind oval und rundlich und liegen quer- und auch

längsoval. An den schwächeren Säulen nehmen sie fast die ganze Breite des Gliedes ein, so daß zwischen zwei benachbarten Gelenkflächen nur eine schmale Kante liegt. Ferner sind bei dünnen Stielen die Gelenknarben dem oberen Rande des Gliedes oft so genähert, daß sie in dessen obere Gelenkfläche einschneiden. Sie liegen der Längsaxe des Stengels parallel oder sind nach oben so gegen denselben geneigt, daß ihre Verlängerung die Axe des Stengels unter spitzem Winkel schneiden würde [1]). Im Allgemeinen liegen sie im oberen Teile des Verticillengliedes, allein dies ist keine Regel. Unten und seitlich sind sie durch einen Rand begrenzt, oben nur bei stärkeren Gliedern. Durch eine in der Mitte unterbrochene Querleiste wird das Oval in eine untere und obere Fläche geteilt. In der Lücke zwischen der Leiste mündet der Nahrungskanal, der vom Zentralkanal des Stengels ausgeht. Oberhalb der Querleiste bildet die Gelenkhöhlung eine etwas erhöhte Terrasse, so daß nach oben die Querleiste sich nicht scharf abhebt. Bei dünneren Gliedern ist sie überhaupt nicht deutlich. Man gewahrt hier nur zwei längere oder kürzere Querhöcker oder statt deren undeutliche Erhebungen im Grunde der Gelenkfacette. Die entwickelte Gelenkleiste ist dem oberen Rande der Gelenkgrube genähert. Oft differieren auch die Gelenkflächen ein und desselben Wirtelgliedes wieder unter sich. So sind an dem Wirtelgliede auf Taf. I, Fig. 7 in den beiden anderen nicht mit dargestellten Artikulationsflächen die Leisten nicht allein minder ausgesprochen, sondern die Flächen auch nach oben gegen die Axe des Stengels geneigt, wobei sie oben bis zur oberen Gelenkfläche reichen, ohne hier durch eine Umrandung abgeschlossen zu sein. Eine der drei Gelenkflächen eines Verticillengliedes erschien auch von verkrüppelter Form. Der Bau dieser Flächen erinnert lebhaft an diejenigen bei Pentacrinus subteres Quenst. [2]).

Die Cirrhen haben in vielen Exemplaren eine vortreffliche Erhaltung. Zu unterst [3]) kommen 6—8 niedrige Glieder von ovalem Querschnitt. Die breite Seite derselben ist dem Stengel zu-, resp. abgekehrt. Die Gelenknaht zwischen diesen Gliedern senkt sich

---

1) Vergl. Pentacrinus laevigatus Münst. aus ob. Trias von St. Cassian, Quenst. a. a. O. p. 200 Taf. 97, Fig. 30—32.

2) Quenst. a. a. O. Taf. 99, Fig. 26—55.

3) Ich bezeichne die dem Stengel zunächst liegenden Cirrhenteile als untere, die ihm entfernteren als obere. Daraus erklären sich auch die Bezeichnungen „untere und obere Gelenkflächen“ der Cirrhenglieder.

auf der äußeren breiteren Seite der Cirrhen im flachen Bogen abwärts, so daß also an dieser Seite jedes Glied mit seinem konvexen unteren Rande in eine konkave Einbuchtung des oberen Randes des darunter liegenden paßt. Die Gelenkflächen der Cirrhen liegen hier schief gegen deren Längsaxe. Vom 6. oder 8. Gliede an beginnen dieselben an Höhe zuzunehmen, die Gelenknähte weniger ausgebuchtet zu sein und die Glieder sich mehr zu runden. Gleichzeitig ändern auch die Gelenknähte ihre Lage zur Axe der Cirrhe in der Weise, daß vom 12. bis 17. Gliede ungefähr an sie rechtwinkelig zur Längsaxe liegen. Die Glieder nähern sich von dieser Höhe an der cylindrischen Gestalt, ohne jedoch vollständig in dieselbe überzugehen. Das letzte Glied besteht aus einer langen spitzen Kralle (Taf. I, Fig. 9).

Die größte Dicke beträgt bei den stärksten Stücken 1 : 1,5 mm. Im Verhältnis zum Stiele ist ihre Dicke beträchtlich. Derselbe ist förmlich von ihnen belastet. Die Cirrhen der obersten Stielteile sind äußerst zierlich gegliedert, fast fadenförmig und verjüngen sich ziemlich schnell in ihrer Stärke.

Die Länge der Ranken ist nicht unbeträchtlich. Das vollständig erhaltene Stück (Taf. I, Fig. 9) zählt 51 Glieder, wozu auf eine durch aufgelagerte Gesteinsmasse bewirkte Unterbrechung von 11 mm noch ca. 8 Glieder gerechnet werden müßten. Die Länge desselben 68 mm. Mit der Entfernung vom Stengel nehmen die Glieder an Dicke ab und an Länge zu. An Fig. 9 mißt eins der längsten Glieder (nahe dem Ende) 1,3 mm.

Artikulation der Cirrhenglieder. Die untere Gelenkfläche der unteren flachen Glieder besteht aus einer elliptischen Rinne, die von einem in der Höhe variablen Wall umgrenzt wird. Auf der äußeren breiten Seite des Gliedes (dem Stengel abgekehrt) erhebt sich der Wall zu einem gerundeten Höcker (Taf. I, Fig. 12), mit dem eine Vertiefung in der Peripherie der oberen Gelenkfläche des vorhergehenden Gliedes korrespondieren muß. Dieser Wulst bewirkt die oben erwähnte Biegung der Nahtlinie nach unten, wie sie an der äußeren breiten Seite der unteren Cirrhenteile zu sehen ist. Von dem Wulst geht eine schwache Leiste über die Gelenkfurche nach der entgegengesetzten Seite bis zum peripherischen Grenzwalle. Neben ihr stehen auf dem Ringe noch einige Gelenkkerben, ebenso auch in der Furche noch einige unbedeutende Höcker. Die obere Gelenkfläche besteht bei den untersten Gliedern ebenfalls aus einer ovalen tiefen Querfurche, aus deren Umrandung sich kleine Gelenkhöcker und — Kerben erheben. Sie ist dem inne-

ren Rande genäherter als dem äußeren. An den Gliedern in den distalen Teilen der Cirrhen konnte ich betreffs des Baues der Gelenkflächen nichts Bestimmtes ermitteln. Die zwischen den Gelenkflächen der unteren Glieder noch verbleibenden ziemlich bedeutenden Hohlräume waren bei Lebzeiten des Tieres ausgefüllt mit Bändern und Interartikulationssubstanz. Aus der Beschaffenheit der Gelenkverbindung resultiert, daß die Bewegung der Cirrhen vorzugsweise von innen nach außen (dem Stengel zu- und abgekehrt) und nur in beschränkterem Maße seitlich möglich war. Außerdem war die Beweglichkeit der Cirrhen infolge der niedrigen Glieder in den proximalen Teilen eine größere als in den distalen, wo sie nur Kurven mit großem Radius zu beschreiben vermochten.

b) Die Krone.

1) Der Kelch. Es ist hier die Terminologie von Ludwig Schultze zu Grunde gelegt, wie sie im Handbuch der Paläontologie von Zittel zur Anwendung gebracht ist.

Der Kelch setzt sich zusammen aus drei übereinander gelagerten Kreisen von je 5 Gliedern: der oberste Kreis aus den 5 Radialia, der zweite aus den äußeren oder oberen Basalia und der dritte untere aus den 5 inneren Basalen. Die Radialia erscheinen an der Außenseite des Kelches fünfseitig; sie tragen oben eine Gelenkfläche und sind untereinander und mit den darunter gelagerten äußeren Basalgliedern durch glatte Nahtflächen verbunden. Die Nahtlinien sind vertieft, weil die Radialia nach der Mittellinie hin etwas gewölbt erscheinen. Die Radialia umschließen, nahe der Längsaxe des Kelches, die enge Leibeshöhle. Unter ihnen stehen die mit ihnen alternierenden, äußerlich sechsseitigen großen äußeren Basalglieder, deren Außenfläche ebenfalls von den Nähten an gewölbt ist. Die Zusammenfügung der äußeren Basalglieder mit den Radialen durch Nahtflächen geschieht in der Weise, daß jedes Radial unten mit zwei in stumpfem Winkel zusammentreffenden Flächen zugeschärft ist. In die interradialen Winkel je zweier zu benachbarten Radialen gehörenden Zuschärfungsflächen schieben sich mit gleichem aufwärts gerichtetem Flächenwinkel die interradial stehenden außen sechsseitigen äußeren Basalglieder. Ihre Nähte treffen fast zusammen in den Wänden der von ihnen und den Radialen umschlossenen engen Leibeshöhle (Taf. II, Fig. 7, 8, 9). In gleicher Weise alternieren nach unten mit den äußeren Basalen, also radial stehend, die niedrigen, äußerlich fünfseitigen, nach oben sehr flach abgeschrägten breiten inneren oder unteren

Basalglieder, deren Nähte in dem inneren von der Leibeshöhle nach dem Stengel führenden Zentralkanale zusammentreffen. Da diese Glieder radial stehen, so haben ihre Nähte dieselbe Lage wie die der Radialia. Die inneren Basalglieder ruhen auf dem obersten dünnen Gliede des Stengels in der Weise, daß sie, von Ecke zu Ecke gehend, äußerlich auf den eingedrückten Seiten des Stengelpentagons stehen. Da die Gelenkblätter des pentagonalen Stengelteiles nach den Ecken gerichtet sind, so müssen die Nähte der inneren Basalia sich auf der Medianlinie der Gelenkblätter des letzten Stielgliedes erheben. Außerdem springen die inneren Basalia infolge flacher Wölbung und der eingedrückten Stengelseiten etwas über diese hervor.

Die äußeren Basalglieder zeichnen sich durch relative Größe aus, sind aber hierin auch wieder variabel, wie später des weiteren ausgeführt werden wird. An der unteren Seite sind sie von ihrem unteren äußeren Rande an bis zur Leibeshöhle nach oben abgeschrägt, schließen also eine Aushöhlung ein, die von dem oben schräg ansteigenden Pentagon der inneren Basalia ausgefüllt wird (Taf. II, Fig. 7). Diese Aushöhlung ist zu sehen an sämtlichen Kelchen, bei denen die Innenbasale herausgefallen sind. An einer Patina mit den inneren Basalen, an welcher zwei äußere Basalglieder ausgefallen sind, ist diese Insertion der inneren Basalglieder in obiger Aushöhlung zu beobachten. Die obere Abschrägung der inneren Basalia muß flacher sein, wo die äußeren Basalia steiler aufgerichtet stehen, steiler wo diese einen größeren Neigungswinkel zur Axe des Kelches bilden.

Die Radialia besitzen oben eine Gelenkfläche (Taf. II, Fig. 10). Dieselbe besteht aus einem nach außen konkaven, die Seiten des Gliedes verbindenden Riffe und einer davor gelegenen, gebogenen, etwas nach außen gesenkten Gelenkfacette. Innerhalb dieser Fläche bemerkt man noch einige unbedeutende Erhebungen. Außerdem liegen die Suturen, in denen je zwei benachbarte Radiale zusammenstoßen, in einer sehr flachen Vertiefung, weil die letzteren nahe dieser Linie sehr schwach abgeschrägt sind. Übrigens herrscht hinsichtlich dieser Artikulationsflächen nach dem Entwickelungsstadium der Kelche auch wieder Verschiedenheit. Bei den kleinen Formen sieht man nur 5 randliche gebogene Flächen.

Innere Seite des Kelches. Die Radialia und äußeren Basalia umgrenzen den engen Raum der Leibeshöhle. Im Vergleiche zu derselben sind die Kelchglieder sehr dick, sodaß die Kelche einen kompakten Eindruck machen. Taf. II, Fig. 9 zeigt

den Verlauf der Leibeshöhle innerhalb der äußeren Basalia, von denen zwei herausgenommen sind. Am oberen Rande der Außenbasalia wird die Leibeshöhle breiter. Die Radialia haben auf der Innenseite ihrer Gelenkfläche einen medianen flachen Ausschnitt, daneben gerundet vorspringende Fortsätze. Dieser Ausschnitt entspricht dem Kanale für das radiäre Wassergefäß, welches von dem Zentralringe der Leibeshöhle nach den Armen sich abzweigt, die seitlichen Fortsätze den Muskelfortsätzen. Nach unten verlängern sich die radialen Ausschnitte bis in die Leibeshöhle, würden also dort den Radialgruben in den größeren Crinoidenkelchen entsprechen. An dem inneren Ende der Nahtlinien zwischen den Radialen gewahrt man ebenfalls unbedeutende Ausschnitte. Über den Verlauf der Kanäle innerhalb der Radialia war nichts zu ermitteln.

Aus diesen Darlegungen über den Bau der Kelche ergiebt es sich, daß der allgemeine Typus für den Bau des Crinoidenkelches auch bei diesen kleinen zierlichen Formen, wenn auch minder scharf ausgeprägt, zum Ausdruck gelangt.

Form des Kelches. Die Form eines spitzen abgestumpften Kegels kommt bei den vorliegenden Stücken nur insoweit zur Geltung, als sich hierbei die Basalia beteiligen. Vom oberen Rande der äußeren Basalia an macht sich bei den meisten Kelchen, wie Taf. II, Fig. 1—7 und 12 und 13 beweisen, eine Einschnürung geltend, die sich aber wieder variabel erweist. Die größte Dicke des Kelches liegt hier zwischen den unteren Spitzen der Radialia. Infolge der Einschnürung des Kelches und der Verbreiterung der Krone von den Armteilen an machen die Kelche als Teile der Krone einen ausgesprochen selbständigen Eindruck.

2) Die Arme. Auf dem Kreise der 5 Radialia stehen zwei korrespondierende Kreise von je 5 Gliedern, nach obiger Terminologie die ersten und zweiten Brachialia. Die ersten Glieder dieser Art sind mit den Radialia wie bei den übrigen Encrinusarten durch Gelenkflächen verbunden. In der Höhe sind sich die Glieder dieser zwei Zonen annähernd gleich, in ihrem Verhältnis zu den Radialia veränderlich. Während bei der winzigen Krone Taf. II, Fig. 1 die beiden Brachialia zusammen kaum die Höhe des Radials erreichen, zeigt Fig. 12 eine stärkere Entwickelung jener Glieder, die einzeln in ihrer Höhe dem Radiale gleichkommen. Beide Brachialia besitzen (Taf. II, Fig. 11 u. 12) parallel ihren Seitenflächen eine mediane Anschwellung, von welcher sie bis zur seitlichen Naht eben abfallen. Bei der kleinen unentwickelten Krone Taf. II, Fig. 1 ist von einer derartigen Anschwellung

nichts zu sehen. Vom unteren Rande des ersten Brachiale an nimmt die Krone bei den meisten Stücken wieder an Breite zu, so daß sie in der Grenzebene zwischen Radialia und Brachialia eine charakteristische Einschnürung besitzt, die, wie schon oben erwähnt, dem ganzen Habitus des Kelches eine gewisse Selbständigkeit verleiht. Taf. II, Fig. 12 zeigt sehr schön diese mittlere Einschnürung, während bei Taf. II, Fig. 1 die Breitenzunahme fehlt. Es zeigten von 5 zur Untersuchung verwendeten Stücken:

Obere Kronenbreite zwischen den 2. Brachialia	4 mm	4 mm	3,3 mm	3 mm	5,4 mm
Untere Kronenbreite in d. Grenzebene zwischen Radialia u. Brachialia	3 mm	3 mm	2,5 mm	3 mm	3 mm
	No. 2 Taf. II. Fig. 11	No. 3	No. 4	No. 5 Taf. II, Fig. 1	No. 1 Taf. II, Fig. 12

Auf den schrägen Gelenkflächen der axillaren 2. Brachialglieder artikulieren die Distichalreihen der Armglieder. Direkt gezählt konnte die Anzahl der Arme bei keinem Exemplare werden. Taf. II, Fig. 1 läßt sechs Arme erkennen, Taf. II, Fig. 11 acht. Die in ihrem Umrisse gerundeten Arme legen sich seitlich nicht fest an einander. Die einzeilig geordneten Glieder sind wenig seitlich verschmälert, so daß keine Distichie zustande kommt. An der kleinen Krone Fig. 1 sind die Arme nur undeutlich gegliedert. Bei anderen dagegen sind die distichalen Armglieder deutlich getrennt. Die oberen Nähte des ersten bis zweiten Gliederpaares liegen noch der schiefen axillaren Naht parallel; weiter hinauf tritt dann die seitliche Verschmälerung ein. An der von den Seitenflächen nicht getrennten Außenfläche treten die Glieder infolge der Abschrägung in abgestumpfter Keilform heraus, an den Seitenflächen, den Grundflächen der abgestumpften Keile entsprechend, abwechselnd hoch und niedrig. Am inneren Rande der Seitenflächen sind die nach oben gerichteten und an die Arme angedrückten Pinnulae den abwechselnden Gliedern inseriert. Die Länge der Arme schwankt innerhalb weiter Grenzen. Während sie bei der kleinen Krone Fig. 1 ca. 8 mm beträgt, mißt an einer leider unvollständigen großen Krone von 5 mm Kelchhöhe das längste der drei erhaltenen Armfragmente 41 mm, dürfte aber vollständig mindestens das Doppelte dieser Länge besessen haben. Dieses Armstück, welches 56 Glieder zählt, hat unten 2, oben 1,2 mm Breite. An einer kleineren Krone (Taf. I, Fig. 1 *a*), von der 3 Arme bis zu ihrem Ende sichtbar, aber in den unteren Partien durch aufgelagerte Gesteinsmasse leider verdeckt sind,

mag die Länge der unten 1,2 mm breiten Arme ca. 31 mm betragen. Der Querschnitt der Armglieder ist halb elliptisch, dem Halbkreise ziemlich genähert. Auf der Innenseite zeigt sich die tief einschneidende ambulakrale Armrinne.

Mifsbildungen an der Krone.

Eine unregelmäßig entwickelte Krone habe ich Taf. II, Fig. 13 in natürlicher Größe abgebildet. Sie liegt auf einer Platte zusammen mit einem wahren Gewirr von dünneren und dickeren Stengeln, Cirrhen und einigen Kelchresten. Von dieser Krone sind drei Radien sichtbar. Zwei von ihnen sind in normaler Weise zusammengesetzt aus dem Radial- und den beiden Brachialgliedern, von denen die axillaren, soweit das Stück von Gestein entblößt, resp. erhalten ist, 4, 3 und 3 distichale Armglieder tragen. In dem mittleren der drei sichtbaren Radien sind dagegen vier Glieder vorhanden, also ein Radial- und drei Brachialglieder, von denen das dritte axillare, welches ungefähr in derselben Höhe wie die ersten distichalen Armglieder der benachbarten Arme steht, auf der rechten Seite drei distichale Armglieder trägt, während auf der linken Seite diese Glieder weggebrochen sind. Abgesehen von dieser Abnormität, ist der Bau der vorliegenden Krone nicht wesentlich verschieden von dem der anderen.

Vergleichendes.

Wenn überhaupt Encrinus gracilis von anderen Encrinusarten sich vornehmlich unterscheidet durch die aufgerichtete Stellung und die Größe der äußeren Basalglieder, so kommen bei den vorliegenden Stücken diese Charaktere noch im verstärkten Maße zur Geltung, so daß sie in Form des Kelches wie der ganzen Krone sich mehr oder weniger von den meines Wissens schon beschriebenen Formen aus der alpinen Trias und dem Muschelkalke von Oberschlesien entfernen. Andererseits aber ist das Größenverhältnis der äußeren Basalia bei den einzelnen hiesigen Kelchen auch wieder Schwankungen unterworfen, welche eine variable Form des Kelches bedingen. Es wird daher eine auf Abmessungen basierte Vergleichung der hiesigen Formen unter sich sowie mit den schon bekannten Formen am Platze sein.

Die nachstehende Tabelle enthält in Spalte 1 das Verhältnis der Länge der äußeren Basalia (PB) zum Durchmesser des obersten Stielgliedes, wobei letzterer immer gleich 10 angenommen ist. Die zweite Spalte veranschaulicht das Größenverhältnis der äußeren

Basalia zu den Radialia, letztere gleich 10 angenommen. Die dritte Spalte enthält das Verhältnis der Kelchhöhe zur größten Dicke des Kelches, letztere gleich 10 angenommen. Da bei den Nummern 3, 4, 9, 10, 11 die inneren Basalia fehlen, so ist hier die Verhältniszahl für die Höhe des Kelches etwas zu niedrig bemessen, was durch ein eingeklammertes Fragezeichen angedeutet ist. Spalte 4 und 5 geben Abmessungen des Kelches und des obersten Säulengliedes, Spalte 6 solche der Krone bis einschließlich der zweiten Brachialia.

No.	P B zu oberstem Stielgliede	P B : R	Höhe des Kelches zu Dicke desselben	Abmessung des Kelches in mm		Oberstes Stielglied	Abmessung der Krone in mm	
				Höhe	Dicke	mm	Höhe bis incl. Br. II	Dicke zwischen Br. II
1.	17:10	17:10	13:10	4	3	1,2	.	.
2.	17:10	17:10	13:10	4	3	1,8	.	.
3. Taf. II, Fig. 2	(?) 16:10	18:10	(?) 13:10	ohne IB 5	4	.	.	.
4. Taf. II, Fig. 3	(?) 18:10	18:10	(?) 12:10	ohne IB 4,6	3,8	.	.	.
5.	13:10	14:10	12:10	3,7	3	1,6	.	.
6. Taf. II, Fig. 5	14:10	15:10	12:10	3,5	3	1,6	.	.
7.	13:10	13:10	12:10	3,6	3	1,5	.	.
8. Taf. II, Fig. 6	14:10	14:10	11:10	3,2	3	1,5	.	.
9.	—	16:10	(?) 10:10	ohne IB 3,5	3,5	.		
10. Taf. II, Fig. 7	—	13:10	(?) 9:10	ohne IB 3,2	3,6	.		
11. v. Buchs Ex. von Recoaro	(?) 10:10	10:10	(?) 7:10	ohne IB 2,2	3,2	ca. 1,2	ohne IB 3,8	3,8
12. Ex. von Chorzow Pal. I Taf. 32, Fig. 5	11:10	—	—	—	—	1,5	ohne IB 4,3	3,7
13. Ex. v. Lagiewnik Pal. I T. 31, Fig. 2.	—	—	—	—	—	—	ohne IB 3,5	4
14. Ex. v. Chorzow. Quenst. a. a. O. Taf. 107, Fig. 10	10:10	—	—	—	—	1,2	5	4
15. hiesiges Exemplar	—	—	—	3	2,9	1,2	4,3	3,3
16. desgl. Taf. II, Fig. 1	—	—	—	3	3	1,2	4,3	3
17. desgl. Taf. II, Fig. 12	14:10	16:10	11:10	3,8	3,4	1,6	5,8	5,4
18.	Größte Krone, aber nur der Kelch und der Stiel einigermaßen erhalten.			5	4	2	.	.

Eine vergleichende Betrachtung der in der Tabelle aufgeführten hiesigen Exemplare ergiebt zunächst, daß im Verhältnis der Länge der äußeren Basalia zum obersten Stielgliede eine Abstufung stattfindet. Dieselbe ist gegeben durch die Nummern 7, 5, 8, 17,

6, 3, 2, 1, 4. Diesen stehen gegenüber das v. Buch'sche Exemplar von Recoaro und die oberschlesischen, bei denen obiges Verhältnis das Maximum 11:10 erreicht. In gleicher Weise ist das Verhältnis der äußeren Basalglieder zu den Radialia innerhalb der Extreme 18:10 und 13:10 gelegen. Bei den in der Tabelle aufgeführten oberschlesischen Stücken vermochte ich bezüglich dieses Verhaltens keine Messungen vorzunehmen, da die in natürlicher Größe ausgeführten Zeichnungen die Radialia und Brachialia nicht getrennt geben. Der größte und zugleich schlankeste Kelch ist Taf. II Fig. 2 mit 5 mm Höhe ohne die inneren Basalia. Ihm stehen gegenüber Taf. II Fig. 7, ohne IB mit 3,2 und Taf. II Fig. 6 incl. IB mit 3,2 mm Kelchhöhe. Taf. II Fig. 7 ist zugleich die am wenigsten schlanke Form. Ihr steht in der kugligen Gestalt sehr nahe Nr. 9. Da bei diesen beiden Kelchen die Verhältniszahl für die Höhe infolge der fehlenden inneren Basalia zu niedrig bemessen ist, so übertrifft bei sämtlichen meiner Stücke die Höhe des Kelches die Breite desselben. Dies unterscheidet die hiesigen Vorkommnisse wesentlich von den früher beschriebenen, bei welchen die Radialia und Brachialia im Vergleich zu den Basalia mehr hervortreten. Die in Hinsicht zur ganzen Krone einen selbständigen Eindruck machenden Kelche erinnern in ihrer Kompaktheit an Apiocrinus. Als ein weiterer Unterschied verdient hervorgehoben zu werden, daß die alpinen und oberschlesischen Kronen von den Radialia an eine stetige Breitenzunahme zeigen, während bei den in Rede stehenden Formen zumeist eine charakteristische Einschnürung der Krone an der Grenze von Kelch- und Armteilen ausgesprochen ist. In Bezug auf den Stengel unterscheidet sich unser Encrinus gracilis von dem oberschlesischen durch das Vorhandensein von Cirrhen.

Sehr nahe scheint dagegen in Bezug auf die Krone den hiesigen Vorkommnissen der von Picard[1]) beschriebene und abgebildete Encrinus Beyrichi Pic. aus dem Schaumkalke des großen Totenberges bei Sondershausen zu stehen. Der unterste knopfartige Teil der Krone hat in der äußeren Form Ähnlichkeit mit meiner Fig. 7 Taf. II, und dürfte wohl als Kelch zu deuten sein, obgleich Nähte auf der Zeichnung nicht mit angegeben sind. Dieselbe Einschnürung wie z. B. an meiner Taf. II Fig. 12 existirt dort zwischen dem unteren Knopfe und zwei aufsitzenden Gliedern, die dann als Brachialia 1 zu deuten wären. Der Stengel von

1) Zeitschr. d. d. geol. Ges. Bd. 35 S. 200—202 Taf. 9 Fig. 1—4.

Encrinus Beyrichi zeigt Ähnlichkeit mit den Jenaischen Stücken durch die ihm inserierten Cirrhen, deren dort allerdings jeder Wirtel 5 trägt, hier nur 3. Die Cirrhenglieder nehmen dort nach der Spitze hin an Umfang und Höhe ab; bei den hiesigen Exemplaren ist in Bezug auf die Höhe das Gegenteil der Fall. Ein weiterer Unterschied beruht darin, daß der Stengel von Encrinus Beyrichi bei der Annäherung an die Krone keinen Wechsel zwischen höheren und niedrigeren Gliedern zeigt und daß er ausschließlich aus fünfseitigen Gliedern zusammengesetzt ist.

Nachdem seiner Zeit L. v. Buch die Zugehörigkeit des Encrinus gracilis zum Genus Encrinus erkannt hatte, glaubte Herm. v. Meyer wegen der aufgerichteten Stellung und bedeutenden Größe der äußeren Basalglieder daraus ein besonderes Genus „Dadocrinus“ machen zu müssen, dem er, „weil die Basalia ganz der Außenseite des Kelches angehörten“, eine Stellung in der Nähe von Apiocrinus anwies. Seitdem hat man längst erkannt, daß Änderungen in der Stellung und relativen Größe der Basalglieder nur als Modifikationen von untergeordneter Bedeutung anzusehen sind (vergl. Beyrich, Crinoiden des Muschelkalkes, 1857, S. 44). Man ist umsomehr von der unwesentlichen systematischen Bedeutung derartiger Modifikationen überzeugt worden, seitdem die Kenntnis der Zwischenformen, welche die in Bezug auf Größe und Stellung der Basalia extremsten Glieder der Encrinusreihe verbinden, zugenommen hat. Eine solche Art, die nach der aufgerichteten Stellung und Größe der äußeren Basalglieder eine Zwischenstellung einnimmt, ist Encrinus Brahli Overw. Ein weiteres Zwischenglied zwischen diesem und dem 20armigen Encrinus Carnalli Beyr. bilden die von Dalmer[1]) beschriebenen Kronen dieser Art aus dem Schaumkalke von Gutendorf bei Berka a. Ilm, von denen Verfasser in den letzten Jahren u. a. ein großes wohlerhaltenes Exemplar aufgefunden hat. Bei diesen Erfunden entsprechen Größe und aufgerichtete Stellung der äußeren Basalglieder, die ganz der Außenseite angehören, den Verhältnissen des Encrinus Brahli.

Die oben geschilderten Wandlungen am Kelche des Encrinus gracilis beweisen, daß auch innerhalb einer Species Schwankungen eintreten können. Wenn schon E. gracilis sich am weitesten von dem typischen E. liliiformis abzweigt, so entfernen sich unsere Jenaischen Vertreter des Encrinus gr. wieder von den bisher bekann-

1) a. a. O.

ten Individuen dieser Art, ohne indessen die spezifische Zusammengehörigkeit mit denselben zu verlassen.

Für das Verständnis solcher morphologischer Erscheinungen am Skelette fossiler Crinoiden ist die Ontogenie recenter Formen von großer Wichtigkeit. Die lebende Gattung Antedon (Comatula), im reifen Zustande ungestielt frei schwimmend, ist im Jugendzustande, ihrem sogen. „Pentacrinoidstadium", durch einen Stiel befestigt. Nach den Untersuchungen von W. THOMSON (On the Embryogenie of Antedon rosaceus Linck)[1]) entwickelt sich innerhalb der Comatulalarve, dem Pseudoembryo, der eigentliche Embryo. Kurz nach dem Verlassen des Dottersackes zeigt der Pseudoembryo schon die ersten Anlagen zu dem Kalkskelett. Dieselben bestehen aus zwei Ringen von je 5, zuerst im Perisom als dünne siebförmige Häutchen abgelagerte Platten, den Oral- und Basalplatten. Kurz nachher erscheint unter diesen Ringen von Siebplatten eine Kette von sechs oder sieben Ringen als Anlage zum Stengel (plate 24, f. 5—7). Zuerst sind alle zehn Platten rund. Später werden sie unregelmäßig viereckig. Sie nehmen fortwährend an Größe zu, ohne daß die Anfänge der Radialia und Brachialia sich zeigen (f. 8—10). Nachdem der Pseudoembryo seine Spezialorgane für Lokomotion und Assimilation verloren hat und hiermit in das fixierte Pentacrinusstadium übergetreten ist (pl. 25 f. 1—3), zeigt sich eine dritte Reihe von fünf kleinen Platten, zwischen den oberen Ecken der Basalia und den unteren Ecken der Oralplatten und mit ihnen alternierend: die Anfänge der Radialia, zuerst als kleine zusammenhängende Spitzen (pl. 25 f. 3). Sie bleiben klein, während die Basalia sich seitlich mit geraden Rändern fast berühren (pl. 26 f. 2). Die Brachialia 1 und axillaren Brachialia 2 (2. und 3. Rad. Müller) folgen ziemlich schnell den Radialia, ebenso das erste Paar der distichelen Armglieder. In allen Entwicklungsstufen des Pentacrinoidstadiums sind also hier die Basalia von vorwiegend morphologischer Bedeutung, sowohl was die Zeit ihres Auftretens als auch ihre dominierende Größe während der Dauer dieses Stadiums anlangt (pl. 27 f. 1).

In Übereinstimmung mit dem Resultate dieser Untersuchungen über die Ontogenie recenter Crinoiden haben CH. WACHSMUTH und F. SPRINGER auf Grund der Untersuchungen von fossilen Crinoiden

1) a. a. O.

des Subcarbon von Nordamerika[1]) sich dahin ausgesprochen, daß in jungen Crinoiden die Basalia die am meisten ausgebildeten und entwickelten Skeletteile sind.

Obiges auf Encrinus gracilis im Allgemeinen angewendet, ergiebt, daß derselbe in der bedeutenden Größe seiner äußeren Basalia einen embryonalen Typus besitzt, speziell auf die hiesigen Individuen aber bezogen, daß in denselben der embryonale Typus in erhöhterem Maße zur Geltung kommt als bei den oberschlesischen und den Exemplaren von Recoaro. Ferner erklären sich die Differenzen im Bau und der Form der einzelnen Kelche als Äußerungen verschiedener individueller Entwicklungsstufen bei einer und derselben Species.

Als Brut von anderen Encrinusarten möchte ich trotz des ausgesprochenen Embryonaltypus und trotz der Variabilität der Kelchkonturen den Encrin. grac. nicht deuten. Wenn auch Annäherungen zwischen demselben und dem normalen Encr. liliif. stattfinden mögen, — wie die von Quenstedt abgebildete Krone von Crailsheim zeigt[2]), — bezüglich der einzeiligen Gliederung der Arme, der Größe und Stellung der Basalglieder (deren Verhältnis zum Stengel nach Dalmer dort wie 6:10), so bleibt doch immer noch eine weite Kluft zwischen dieser Krone und dem Encr. grac. hinsichtlich der Basalia zu überbrücken. Es wird später eine kleine Krone beschrieben werden, welche die äußeren Basalia auch ziemlich stark entwickelt besitzt, aber doch noch sehr weit von Encr. gracilis entfernt ist. Diese Krone allerdings ist zweifelsohne ein Jugendzustand. Den Encr. gracilis möchte ich auffassen als eine persistente Jugendform. Diese Ansicht wird auch noch unterstützt durch seine weite horizontale Verbreitung im Muschelkalke von Ober- und Niederschlesien, Norddeutschland, Thüringen und in den Alpen. Er gehört in diesen Gebieten Schichten an, die dem unteren Muschelkalke zugehören oder ihm äquivalent sind.

Diese weite Verbreitung innerhalb eines nur wenig differierenden geognostischen Horizontes beweist, daß die Repräsentanten des Genus Encrinus innerhalb einer bestimmten Zeitperiode einen, zwar Oscillationen unterworfenen, aber doch scharf ausgeprägten Typus besitzen. Da die bis zur Gegenwart ausdauernde formenreiche 2. Unterordnung der Eucrinoidea, die Eucrinoidea Articu-

---

1) Transition forms in crinoids and description of five new species in Proceed. of the Acad. of nat. scienc. of Philad. 1878 p. 229.

2) a. a. O. Taf. 106 Fig. 178.

lata J. Müller mit der Familie der Encrinidae Röm. in der Trias beginnt und zwar in Gestalt des Genus Encrinus (wenn man von dem zweifelhaften Pentacrinus absieht), so wäre in letzterem Genus vielleicht die Wurzel für die gesamte Unterordnung zu suchen. Den Encrin. gracilis könnte man dann vielleicht im Hinblick auf seinen ausgesprochen embryonalen Typus phylogenetisch wiederum als Ausgangspunkt der Encrinusreihe ansehen.

2. Encrinus aculeatus v. Meyer. (Taf. II, Fig. 14).

Das Stück stammt aus einer Trochitenbank, die am westlichen Absturze des Hummelsberges bei Jena (Ausläufer der Kernberge) in einer Tiefe von 6,19 m unter dem oberen Terebratulakalke des unteren Muschelkalkes ausstreicht. Die Bank ist 5–8 cm mächtig, konglomeratisch und strotzt von Trochiten. Außerdem führt sie noch Spirifer hirsutus, Cidaris grandaevus (Stacheln und Tafeln), Ostrea exigua. — Die Patina ist an dem vorliegenden Stücke gut erhalten, und nur in Folge von Verdrückung sind zwei Radiale mit einem anhaftenden äußeren Basalgliede von den übrigen Gliedern etwas abgerückt. Die flach scheibenförmige Patina ist 10 mm breit. Man bemerkt in der Mitte eine kreisförmige Aushöhlung, die Ansatzfläche für den Stengel, in deren Grunde drei innere Basalglieder sichtbar sind. Sie erreichen nicht ganz den durch die äußeren Basalglieder gebildeten Rand der Ansatzfläche für den Stengel. Von diesem scharfen Rande senken sich die Außenbasalia nach außen steil bis zur Naht zwischen ihnen und den Radialia (Zittel'sche Terminologie), sodaß zwischen dem Rande der Ansatzfläche und dem äußeren Teile der Radialia eine tiefe markierte Furche liegt, von der sich die Radialia mit konkaver Fläche bis zu einer ihrer äußeren Kante parallelen stumpfen Mittelkante erheben. Die Radialia liegen rechtwinklig zur Axe des Stengels. Zwischen je zwei von ihnen liegt eine vertiefte Naht. Da die äußeren Basalglieder über den Rand der Ansatzfläche nur um ein Geringes hinausreichen, so würde von ihnen bei ansitzendem Stengel auch nicht viel sichtbar sein. Dreht man die Patina nach oben, so sieht man, wie die Radialia mit ihrer medianen stumpfen Kante um einiges über den Rand der Ansatzfläche sich emporheben. Von den Armen sind die ersten und zweiten Brachialia trotz Verdrückung der Krone sämtlich erhalten. Sie sind längs ihrer Medianlinie angeschwollen, besonders die ersten Brachialia, sodaß die Nähte stark vertieft

liegen. Der Winkel, in welchem die beiden Gelenkflächen des axillaren zweiten Brachialgliedes zusammentreffen, ist geringer als bei Encrinus liliiformis und übersteigt wenig den rechten. Anzahl der Arme 10. Das 1. Glied der distichalen Armreihe ist verhältnismäßig hoch; darauf folgen niedrigere. Bis zum 7. Gliede liegen die Nahtlinien parallel. Das 8. ist schwach keilförmig. Vom 9. gestreckt keilförmigen Gliede, welches nicht ganz zur Seitenfläche durchgeht, beginnt die Distichie der Armglieder, die aber nicht zur vollständigen Ausbildung gelangt, sodaß die zwei Horizontalflächen, mit denen zwei alternierende Glieder auf einander lagern, kürzer sind als die Abschrägungsflächen der Glieder. Die einzelnen Armglieder sind dabei nach der Mitte angeschwollen, die Suturen daher vertieft. An einem Arme, an dem trotz einer Bruchstelle vom 1. bis 18. Gliede keines fehlt, sieht man ferner einzelne Glieder mit deutlichen Stacheln oder Höckern versehen: das 9. Glied hat nahe seinem linken Ende zwei winzige über einander gelegene Höcker (in der Zeichnung nicht darstellbar); vom 10. bis 15. Gliede vermag ich solche mit Sicherheit nicht zu unterscheiden, obgleich die Außenfläche uneben ist. Das 16, 17. und 18. Glied erheben sich aber, der Spitze des flachen Keiles genähert, zu deutlichen Stacheln, deren Längsrichtung nicht mit der horizontalen Medianlinie der Glieder korrespondiert. Die Außenfläche der Arme, bis zum 5. Gliede ungefähr schwach konvex, beginnt sich von da an stärker zu wölben. Von den Seitenflächen ist sie durch eine ausgesprochene Kante getrennt. Weiter nach oben wird mit der zunehmenden Konvexität der Außenflächen die Kante weniger scharf, sodaß der Querschnitt der oberen Armglieder fast halbkreisförmig ist.

Eine Patina im großherz. Museum in Jena aus dem Gerölle der Kernberge bei Ziegenhain (unweit Jena), welche in Bezug auf Größe der von Beyrich aus Oberschlesien beschriebenen und abgebildeten gleicht, ist, abgesehen von ihrer geringeren Größe, nicht unterschieden von der Patina der mir vorliegenden Krone und wurde auch von Dalmer [1]) schon auf Encr. aculeatus bezogen. Ich vermag auch bei Vergleichung meines Exemplares mit der Abbildung jenes oberschlesischen Stückes keine wesentlichen Unterschiede herauszufinden [2]). Das Aufsitzen von Stacheln, wenn

1) a. a. O. S. 387.

2) Beyrich, Crinoiden des Muschelkalkes; Abh. Berl. Akad. 1857, S. 38—39, Taf. I Fig. 16.

auch im geringeren Umfange nach Zahl und Größe, bekundet ferner die nahe Beziehung der Krone zu dem v. Meyer'schen Exemplare von Oberschlesien. Eine weitere Ähnlichkeit ergiebt sich aus der vergleichenden Betrachtung des Armbaues, der sich nicht wesentlich unterscheidet von dem bei dem oberschlesischen Exemplare. Bei meinem Stücke ist die Verkürzung der Armglieder eine nur wenig stärkere, indem die alternierenden Glieder auch nur mit schmalen Flächen auf einander liegen, die mir aber erst nach vorsichtigem Präparieren zur Anschauung gekommen sind, sodaß ich anfänglich auch der Ansicht war, „daß die Spitzen der Keile in den Grenzkanten zwischen der Außenseite und den Seitenflächen liegen", wie dies in Beyrich's Beschreibung des oberschlesischen Encr. aculeatus ausgeführt ist, bei dem die Glieder nur gering alternierend verkürzt sind „und die abwechselnden Glieder nur noch auf den Seitenflächen mit horizontalen Grenzlinien auf einander zu ruhen kommen". Ich glaube daher das vorliegende Exemplar auf Encrinus aculeatus beziehen zu müssen, wobei noch erwähnt sei, daß in der unentwickelten Distichie, der Geschwollenheit der Glieder auch eine unverkennbare Ähnlichkeit mit der, wenn schon kleineren, Krone von Gaismühle existiert, die Quenstedt a. a. O. Taf. 106 Fig. 177 abbildet.

3. **Encrinus cf. aculeatus.** (Taf. II, Fig. 15).

Auf derselben Platte fand ich eine winzige Krone, die sich trotz ihrer Kleinheit sehr wesentlich von dem oben beschriebenen Encr. gracilis unterscheidet. Der wenig über 1 mm dicke Stengel ist von der Krone an r u n d und besteht wie bei Encr. liliiformis aus abwechselnd größeren und kleineren Gliedern ca. 9. Vom 10. Gliede ungefähr an ist der Stengel, der jetzt noch 4 gleich große cylindrische Glieder aufweist, infolge einer Zerreißung nach oben gebogen und entzieht sich unter der Krone der weiteren Beobachtung. Der auf dem obersten Stengelgliede (welches in der Zeichnung wegen einer Bruchstelle nach links abgeschrägt erscheint) — ruhende Kelch besitzt die Form eines flachen, abgestumpften Kegels, dessen dorsale Abstumpfungsfläche auf dem obersten Stengelgliede ruht. Die inneren Basalia, welche von der Außenseite sichtbar sind, lassen keine trennenden Nähte erkennen, weshalb sie scheinbar als oberstes Säulenglied auftreten. Desto besser lassen sich die äußeren Basalia beobachten. Sie treten in ihrer Größe um ein Bedeutendes gegen die Radialia zurück und

sind, wie in der flachen Kegelform des Kelches begründet, — stärker gegen die Längsaxe des Stengels geneigt als bei unserem Encr. gracilis. Verhältnis der äußeren Basalia zu den Radialia wie 6:10 (bei Encr. gracilis von Recoaro 10:10). Die ersten Brachialia (2. Rad. Müller) haben eine veränderte Lage gegen die Längsaxe des Stengels, indem sie wenig nach innen geneigt sind. Ich würde diese Lage als die Folge einer Verdrückung deuten, wenn nicht zwei gut erhaltene Brachialia 1 mit ihren Nahtflächen fest an einander gelagert wären. Infolge dieser veränderten Lage der Brachialia 1, welche der Axe des Stengels fast parallel liegen, bildet die Grenze zwischen ihnen und den Radialia eine stumpfe, rings um die Krone laufende Kante. Von den axillaren zweiten Brachialia sind zwei zu unterscheiden. Sie sind nach ihrer senkrechten Medianlinie hin angeschwollen. Von den distichalen Armreihen sind zwei zu einem axillaren Gliede gehörende mit je vier Gliedern gut erhalten, zwei benachbarte Arme dagegen nur rudimentär. Die Außenfläche der Arme ist gerundet, die Glieder einzeilig geordnet, die Nahtlinien einander parallel. Die Seitenflächen scheinen durch eine Kante von den Außenflächen geschieden zu sein. Das dritte und vierte Glied des einen Armes trägt je eine kleine spitze Pustel.

Diese Krone nähert sich dem Encrinus gracilis:

1) Durch die im Vergleiche zum Stengeldurchmesser immerhin ansehnliche Größe der äußeren Basalia.

2) Durch ihre geringe Größe. Höhe von den inneren Basalia bis zum axillaren 2. Brachiale 3,1 mm, Breite zwischen dem oberen Rande der Radialia 3,1 mm.

3) Durch die einzeilig gegliederten und außen gerundeten Arme.

Sie entfernt sich von ihm:

1) Durch die stärkere Entwickelung der Radialia (PB:R = 6:10).

2) Durch die flachere Form des Kelches. Höhe zu größter Breite desselben gleich 5:10 (bei Encr. gracilis von hier im Minimum 11:10).

3) Durch den bis zur Krone runden Stiel.

Vorliegende kleine Krone wurde erst von mir aufgefunden, nachdem meine oben ausgesprochne Ansicht über den Encrin. gracilis, — daß derselbe als ein persistenter Jugendzustand aufgefaßt werden müsse, — schon niedergeschrieben war. Hatte ich bei der Niederschrift noch Zweifel gehegt über die Berechtigung jenes Satzes, so

wurden dieselben gehoben durch das Auffinden dieser jugendlichen Krone. Bei aller Ähnlichkeit mit Encr. gracilis war hier doch die weite Kluft nicht zu verkennen, die diesen und ähnliche Erfunde von jenem trennt. Er erinnerte sofort an die oben erwähnte Form, welche Quenstedt a. a. O. Taf. 106 Fig. 178 abbildet, und muß wie diese als ein jugendlicher Entwicklungszustand aufgefaßt werden. Gehalten durch das Zusammenvorkommen und durch die einzelnen Pusteln auf den winzigen Armgliedern halte ich daher die in Rede stehende kleine Krone für einen Jugendzustand von Encrinus aculeatus.

Erklärung der Abbildungen.

Die Zahlen geben die Vergrößerung an.

Tafel I.

Encrinus gracilis.

Fig. 1 *a* Krone mit Kelch und Armen, *b* Säulenstück mit Kelch und Cirrhen, nat. Gr.

„ 2 *a* Stengelstück, pentagonal mit eingedrückten Seiten und vertieften Nähten, *b* angeschliffene Gelenkfläche, 2/1.

„ 3 *a* Stengelstück aus einer tieferen Region, nahe dem cylindrischen Teile, *b* Gelenkfläche, vergr.

„ 4 Stengelstück aus dem cylindrischen Säulenteil. Die Trochiten gleich hoch, nat. Gr.

„ 5 Dünnes sternförmiges Glied mit 5blättriger Gelenkfläche, auf einem breiteren Gliede gelagert. Aus dem oberen ungleichgliedrigen pentagonalen Säulenabschnitt. *a* natürliche Größe, *b* vergrößert.

„ 6 Pentagonales Glied mit fünfblättriger Gelenkfläche. Felder vertieft. *a* natürl. Gr., *b* vergr.

„ 7 Säulenstück mit Verticillenglied. In demselben eine Gelenkfläche für eine Cirrhe, 3/1.

„ 8 Längsschnitt durch zwei Glieder aus der gleichgliedrigen pentagonalen Stengelregion, 3/1.

„ 9 Cirrhe, von der schmalen Seite gesehen, nat. Gr.

„ 10 Cirrhenstück, die ersten 12 Glieder zeigend, von der breiten Seite, nat. Gr.

„ 11 Die 6 ersten Cirrhenglieder von der breiten Seite, 6/1.

„ 12 Untere Gelenkfläche eines der ersten Cirrhenglieder, 6/1.

„ 13 Glatte Nahtfläche eines der oberen Cirrhenglieder. Nahrungskanal excentrisch. 6/1.

Tafel II.

Fig. 1 bis 13 Encrinus gracilis.

Fig. 1 Krone mit oberem Stengelteil, nat Gr.

„ 2 bis 6 Kelche, *a* natürl. Größe, *b* vergrößert.

„ 6 *c* Glatte Nahtfläche mit fünf Gelenkstrahlen, 4/1.

„ 7 Kelch, *a* von der Seite, *b* vergrößert von unten, um die Aushöhlung für Aufnahme der inneren Basalia zu zeigen.

„ 8 Äußere Basalia mit ihren oberen glatten Nahtflächen und der engen Leibeshöhle von oben, 3/1.

„ 9 Leibeshöhle innerhalb der äußeren Basalia. Zwei derselben herausgenommen, 4/1.

„ 10 Kelch von oben, zeigend die oberen Gelenkflächen der Radialia. *a* natürl. Größe, *b* 4/1.

„ 11 Oberer Teil der Krone, von den ersten Brachialia an, nat. Gr.

„ 12 Krone bis zu den ersten distichalen Armgliedern, nat. Gr.

„ 13 Monströse Krone, nat. Gr.

„ 14 Encrinus aculeatus, nat. Gr. *a* Seitenansicht, *b* von unten.

„ 15 Encrinus cf. aculeatus, 4/1.

Beiträge zur Phylogenie der Arachniden.

Von

Bernh. Weissenborn.

Im Sommer 1884 in dem Laboratorium des zoologischen Institutes der Universität Jena mit einigen Untersuchungen über den Bau einheimischer Araneiden beschäftigt, hatte ich bei Durchmusterung der einschlägigen Litteratur mannigfache Gelegenheit zu bemerken, wie viele neue Thatsachen bezüglich der anatomischen und embryologischen Verhältnisse der Arachniden im einzelnen gewonnen worden sind, ohne daß in den letzten Jahrzehnten der Versuch gemacht worden wäre, dieselben vergleichend zusammenzustellen und dadurch für die Stammesgeschichte dieser interessanten Gruppe zu verwerten. — Hin und wieder finden sich als Anhang oft sehr umfangreicher und eingehender Einzeluntersuchungen einige Blätter, auf welchen ein kleiner Exkurs in das wichtige Gebiet der vergleichenden Morphologie unternommen wird, um dem Verfasser Gelegenheit zu geben, sich über die verwandtschaftlichen Beziehungen der von ihm untersuchten Gruppe im besonderen, oder auch der Arachniden im allgemeinen mit kurzen Worten zu äußern. So hat auch Wlad. Schimkewitsch in seinen trefflichen Studien, welche die Anatomie von Epeira zum Gegenstand haben, jenen Betrachtungen einige Seiten gewidmet, um dann am Schlusse seiner Abhandlung seiner Ansicht über die Verwandtschaftsverhältnisse der Arachniden in einigen Thesen Ausdruck zu verleihen. — Diese Sätze nun waren es, welche mich auf Anregung meines hochverehrten Lehrers, des Herrn Prof. E. Haeckel, veranlaßten, die vorliegenden anatomischen und embryologischen Befunde aus den einzelnen Gruppen, welche in der Klasse der Arachniden

vereinigt werden, zusammenzustellen, um auf Grund einer Vergleichung derselben die Frage nach dem stammesgeschichtlichen Zusammenhang der bezüglichen Gruppen zu erörtern. — Bevor sich allerdings auf diese wichtige Frage eine genügende und befriedigende Antwort geben lassen wird, dürfte es unerläßlich sein, noch eine große Zahl anatomischer wie vorzüglich embryologischer Untersuchungen anzustellen, denn von einigen, der Klasse der Arachniden eingeordneten Gruppen besitzen wir bezüglich ihrer Anatomie nur sehr lückenhafte, bezüglich ihrer Entwickelungsgeschichte fast gar keine Kenntnisse. Trotz des Umstandes, daß bei diesem Stande der Dinge natürlich jedes Resultat nur ein unvollständiges und vorläufiges sein kann, schien es kein undankbares Unterfangen, auf Grund einer Vergleichung der bekannten morphologischen Thatsachen zu versuchen, die Stammesgeschichte der Arachniden in ihren Umrissen und gröbsten Zügen zu entwerfen; und ich glaube diesen Versuch nicht als gänzlich verfehlt betrachten zu müssen, wenn es mir gelungen sein sollte, das zwar reichlich vorhandene, aber überall zerstreute Material übersichtlich zusammenzustellen und durch Vergleichung desselben wenn auch nur ein Weniges zur Klärung der verwandtschaftlichen Beziehungen der Arachniden beizutragen. — Um die Übersicht über das mannigfache Material zu erleichtern, schien es geraten, dasselbe nach den einzelnen Organsystemen zu ordnen und dann Organsystem für Organsystem vergleichend durch die bezüglichen Gruppen zu betrachten, um bei dieser Vergleichung einerseits die Gründe klarzulegen, welche unsere Auffassung der Stammesentwicklung der Arachniden stützen, andererseits aber auch die Einwände zu erörtern und zu würdigen, welche von Gegnern dieser Auffassung erhoben werden könnten. — Da nicht alle Organsysteme für die zu erörternde Frage von gleicher Bedeutung sind, so dürfte leicht einzusehen sein, warum die phylogenetisch wichtigeren Organsysteme, wie Nervensystem, Skelett und Gliedmaßen, Respirationsorgane u. a. einer eingehenderen Betrachtung gewürdigt wurden, während andererseits einige derselben, wie Muskelsystem, Zirkulationsorgan u. a. eine weniger ausführliche Behandlung erfuhren.

Zugleich nehme ich mit Freude Veranlassung, an dieser Stelle meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. E. Haeckel, meinen tiefgefühlten Dank auszusprechen für die mannigfache Anregung, welche er mir zu Teil werden ließ, sowie für die liebenswürdige Bereitwilligkeit, mit welcher er mir die benutzte Litteratur und

das in der Arachnidensammlung des zoologischen Institutes vorhandene Material zur Verfügung stellte.

Jena, den 20. Juli 1885.

Geschichtlicher Rückblick.

Die Gruppen, welche heute den Stamm der Klasse der Arachniden bilden, wurden von LINNÉ (14) der Klasse der Insecta eingeordnet und noch von LAMARCK (11) mit den Myriapoden und vielen Hexapoden (Podurellen u. a.) als „Ins. aptera" vereinigt. Erst LATREILLE (12) war es vorbehalten, die „flügel- und fühlerlosen Insekten LAMARCK's zu einer eigenen Klasse, derjenigen der Arachniden, zu erheben, als deren Hauptcharaktere: „gegliederte Füsse, Abwesenheit der Fühler, ein die Gliedmaßen tragender Cephalothorax und ein fußloses Abdomen" aufgestellt werden. CUVIER (5.) rechnete zu dieser Klasse fünf Gruppen, welche er nach der Beschaffenheit der Atmungsorgane — einem lange beibehaltenen Einteilungsprinzip — in zwei größere Abteilungen sonderte, deren eine die Araneiden und Pedipalpen, deren andere die Pseudoscorpione, Pycnogoniden, und Holetren umfaßte. Doch schon VAN DER HOEVEN (9.) löste die Gruppen der Pseudoscorpione und der Holetren CUV. in je zwei Ordnungen auf und zählte der Klasse der Arachniden die kleine Gruppe der Arctiscen bei, so daß sich bei ihm in dieser Klasse acht Ordnungen vereinigt finden. Die Ordnungen der Araneiden, Pedipalpen, Pseudoscorpione, Solifugen, Phalangiten, Acarinen stellte er als Holothoraca den Ordnungen der Polygonopoden (Pycnogoniden) und der Colopoden (Arctiscen), welche er als Tmetothoraca oder Apneusta zusammenfaßte, gegenüber und deutete damit eine Sonderstellung der letztgenannten Gruppen an; eine Sonderstellung, welche auch HAECKEL (7.) und GEGENBAUR (6a.) beiden Gruppen anweisen, wenn sie dieselben als Pseudarachnae zu den eigentlichen Spinnentieren oder Autarachnae in einen gewissen Gegensatz bringen. — Diese acht Gruppen werden auch in den neueren Handbüchern von CLAUS (4.) u. a. im wesentlichen beibehalten, nur wird die Abteilung der Pedipalpen von V. D. HÖVEN meist in zwei gleichwertige Gruppen, diejenigen der eigentlichen Pedipalpen (Telyphoniden und Phryniden) und diejenige der Scorpionideen zerlegt.

Zu diesen Gruppen ist durch die Untersuchungen LEUCKHART'S (13.) diejenige der Linguatuliden oder Pentastomiden hinzugefügt worden, deren Arachnidennatur allerdings von VAN BENE-

3*

den (1849) (2), angezweifelt worden ist; ebenso hat Stecker (1876) (19) die von ihm entdeckte Gattung Gibocellum mit der von Joseph (10) aufgefundenen Gattung Cyphophthalmus zu einer eigenen Ordnung, derjenigen der Cyphophthalmiden, vereinigt. Während einerseits Dohrn (1870) (6), wie schon früher Savigny, Quatrefages, Kröyer u. a., die Stellung der Pycnogoniden bestreitet und dieselben von den Arachniden getrennt und als eine zwischen Crustaceen und Arachniden stehende Gruppe angesehen wissen will, verlangt andererseits E. Ray-Lankester (17) auf Grund der von ihm als erwiesen betrachteten Verwandtschaftsbeziehungen, daß die Limuliden und deren fossile Verwandte unter dem Namen Haematobranchia (= Merostomata) den Arachniden beigesellt werden, welchem Verlangen allerdings von Packard (16) u. a. mit Hinweis auf die Crustaceennatur der betreffenden Gruppen heftig widersprochen wird. Auch die Acarinen, deren enge Beziehungen zu den Arachniden bisher nicht in Frage gestellt worden sind, glaubt Haller (8) auf Grund einiger hypothetischer Deutungen ausschließen und als besondere Klasse betrachten zu müssen.

Was nun die genealogischen Beziehungen der Arachniden anlangt, sowohl untereinander als auch zu den übrigen Arthropoden, so sind darüber verschiedene, sich mehr oder weniger gegenseitig ausschließende Anschauungen zu verzeichnen. Haeckel, welcher zuerst in seiner „generellen Morphologie“ (7) die phylogenetischen Beziehungen der einzelnen Gruppen kurz erörtert und in Gestalt eines Stammbaumes skizziert hat, spricht sich dahin aus, daß, abgesehen von den Arctiscen und Pycnogoniden, zwei divergente Zweige anzunehmen seien, welche von den einer Stammform nahe stehenden Solpugiden zu den Araneiden und Scorpionideen hinleiten, während sich Arctiscen und Pycnogoniden wahrscheinlich viel früher vom Arthropodenstamm abzweigten. Er stellt die Arachniden, Myriapoden und Hexapoden als von einer gemeinsamen, peripatusähnlichen Stammform divergierende Zweige dar und bringt sie damit als Tracheaten in einen scharfen Gegensatz zu dem anderen großen Zweige des Arthropodenstammes, den Crustaceen.

Abendroth (1), welcher zwar die Tardigraden als Arachniden auffaßt, welche auf einer embryonalen Entwickelungsstufe ausharren, welcher dagegen die Pycnogoniden und Linguatuliden gänzlich von den Arachniden getrennt wissen will, stellt, wie von Siebold u. a., die Acarinen an den Anfang einer Reihe, welche über die Phalangiden aufsteigend einerseits zu den Araneiden, andererseits

zu den Solpugiden, Chernetiden, Pedipalpen und Scorpionideen führt. — Auch versucht er Arachniden und Insekten, Crustaceen und Myriapoden als zwei divergente, in vieler Beziehung parallele Zweige des Arthropodenstammes zu erweisen. SCHIMKEWITSCH (18.) dagegen faßt die Arachniden als eine zwischen den Tracheaten und Limuliden einerseits und den Crustaceen andererseits stehende Gruppe auf und stellt die Scorpionideen als die ursprünglichsten und ältesten Formen an den Anfang der Arachnidenreihe. Noch einen Schritt weiter geht E. RAY-LANKESTER (17.), welcher limulidenähnliche Formen als Ursprungsformen annimmt und von ihnen ausgehend über die Scorpionideen zu den Pedipalpen, Araneiden und Acarinen einerseits, den Phalangiden, Solpugiden und Chernetiden andererseits gelangt, und welcher damit einen direkten Zusammenhang mit den Crustaceen andeutet, einen Zusammenhang, welchen anzunehmen auch CLAUS (3.) nicht abgeneigt scheint. Während E. RAY-LANKESTER einerseits die nahen Beziehungen zwischen Limuliden und Arachniden hervorhebt, andererseits aber auch in seiner Darstellung die Beziehungen zwischen Arachniden und Insekten zur Anschauung bringt, kommt MAC LEOD (15.) auf Grund einer Vergleichung der Tracheen der Arthropoden zu dem wichtigen Schluß, daß dieselben nicht bei allen Arthropoden homologe Organe seien, sondern daß die Tracheen der Arachniden den Kiemen der Limuliden, die Tracheen der Myriapoden und Hexapoden dagegen denjenigen der Peripatiden gleichwertig zu erachten seien; ein Schluß, welcher sowohl die Arachniden von den Tracheaten ausschließen und den Crustaceen anreihen würde als auch einem näheren Zusammenhang der Arachniden und Hexapoden, wie ihn E. RAY-LANKESTER noch andeutet, widersprechen würde.

Litteratur.

1. ABENDROTH, E. R.: „Über Morphologie und Verwandtschaftsverhältnisse der Arachniden." Leipzig 1868.
2. VAN BENEDEN, P. J.: „Recherches sur l'organisation et le développement des Linguatules." Ann. d. Sc. nat. (3) XI. Paris 1841.
3. CLAUS C.: „Untersuchungen zur Erforschung der genealogischen Grundlagen des Crustaceen-Systems." Wien 1876.
4. — —: „Grundzüge der Zoologie." Marburg 1880.
4a. CLAUS, C. „Lehrbuch der Zoologie." Marburg u. Leipzig 1885.
5. CUVIER, G.: „Le Règne Animal." Paris 1849.
6. DOHRN, A.: „Ueber Entwicklung und Bau der Pycnogoniden." Jenaische Zeitschr. V. 1870.

6a. Gegenbaur, C.: „Grundriss der vergleichenden Anatomie." Leipzig 1878.
7. Häckel, E.: „Generelle Morphologie der Organismen." Jena 1866.
8. Haller, G.: „Die Mundteile und systematische Stellung der Milben." Zoolog. Anzeiger IV. N. 88. 1881
9. van der Hoeven, J.: „Handbuch der Zoologie." Leipzig 1850.
10. Joseph, G.: „Cyphophthalmus duricarius etc." Berl. Entomol. Zeitschr. 1868.
11. Lamarck, J. B.: „Système des animaux sans vertèbre." Paris. IX.
12. Latreille, P. A.: „Observations nouvelles sur l'organisation entérieure et générale des etc." Mém. du museum d'histoire nat. VIII. 1822.
13. Leuckhart, R.: „Bau und Entwicklungsgeschichte der Pentastomen." Leipzig u. Heidelberg 1860.
14. Linné, C.: „Systema Naturae." XII. rev. 1766.
15. Mac Leod, J.: „Recherches sur la structure et la signification etc." Arch. de Biologie. V. Fasc. 1. Paris 1884.
16. Packard, A. S.: „Is Limulus an Arachnid." Amer. Naturalist. 1882. (April.)
17. Ray-Lankester, E.: „Limulus an Arachnid." Quart. Journal of Micr. Sc. XXI. 1881.
18. Schimkewitsch, Wlad.: Études sur l'Anatomie de l'Épeire." Ann. d. Sc. nat. (6). XVII. 1884.
19. Stecker, A.: „Anatomisches und Histologisches über Gibocellum." Archiv f. Naturgesch. 42. Jahrg. I. 1876.

1. Das Nervensystem.

Die Beschreibung und Vergleichung des Nervensystemes wurde an den Anfang gestellt, weil die Fragen nach der Homologie einzelner Körperteile, namentlich der Gliedmaßen, nur mit Berücksichtigung der Innervierung zu beantworten sind.

Das Nervensystem zeigt bei den verschiedenen, in der Abteilung der Arachniden vereinigten Gruppen eine sehr verschiedene Konfiguration. Eine über, seltener vor dem Schlunde gelegene Partie, welche als dorsale im weiteren Sinne beseichnet werden kann und welche bisher meist homolog dem oberen Schlundknoten der übrigen Arthropoden erachtet worden ist, wird durch Kommissuren, welche den Ösophagus umfassen, mit einem ventralen Teile verbunden. Dieser letztere nun ist es, welcher durch seine verschiedenartige Komplikation dem Nervensystem der einzelnen Gruppen das charakteristische Aussehn verleiht. Doch lassen sich von dem leiterförmigen Bauchmark der Tardigraden bis zu dem einheitlichen Bauchknoten der Acarinen mannigfache Übergangsformen erkennen und mit Hilfe der embryologischen Thatsachen können alle diese verschiedenen Gestaltungen auf eine

gleichartige Anlage und eine ursprüngliche Form zurückgeführt werden.

Die erste Anlage des Nervensystemes während der embryonalen Entwicklung ist nur bei wenigen Gruppen im einzelnen beobachtet worden. Doch stimmen die an Araneiden und an Scorpionideen gewonnenen Resultate in den Hauptpunkten so vollständig überein, daß es nicht ungerechtfertigt erscheint, dieselben oder doch zum mindesten sehr ähnliche Vorgänge auch für die Mehrzahl der übrigen Gruppen (mit Ausnahme der Pycnogoniden und Tardigraden) vorauszusetzen.

Der postorale Teil des Nervensystemes der Arachniden entsteht demnach aus dem äußeren Keimblatt in Gestalt zweier Längswülste, welche durch transversale Einschnürungen in eine Reihe hintereinander liegender Ganglienpaare so zerfallen, daß anfänglich jedem embryonalen Segment ein Ganglienpaar entspricht. Der präorale Teil des Nervensystemes dagegen, ebenfalls ein Abkömmling des äußeren Keimblattes, entsteht aus zwei Verdickungen der Scheitellappen und vollkommen unabhängig von dem postoralen Teile. Letzterer Umstand verdient besonders hervorgehoben zu werden; denn, wie Reichenbach (45, pag. 170) beobachtete, entstehen bei den Crustaceen der Bauchnervenstrang und die oberen Schlundganglien als ein zusammenhängendes Gebilde, während sie bei den Peripatiden, den Myriapoden und den Hexapoden ähnlich wie bei den Arachniden erst später in continuierliche Verbindung treten (21, pag. 366, 370, 391). Während die Anlage des Nervensystemes im engeren Sinne ektodermalen Ursprungs ist, wie schon oben erwähnt wurde, ist das Neurilem, welches das gesamte Nervensystem einhüllt, nach den Beobachtungen Metschnikoffs (38, pag. 24) ein Produkt des mittleren Keimblattes. Das in den Scheitellappen (dem ersten embryonalen Segment — siehe Hautskelett) in Gestalt einer paarigen Blase angelegte Gehirnganglienpaar oder erste Ganglienpaar liegt vor der sich später einstülpenden Mundöffnung, also präoral, während alle folgenden Ganglienpaare postoral gelegen sind. An dem Aufbau der Gehirnganglien beteiligt sich, wie Balfour (20, pag. 20) beobachtete, eine halbkreisförmige Einstülpung des äußeren Keimblattes, welche nach Balfour mit der von Hatschek bei einigen Lepidopteren (34, pag. 124) und von Moseley bei Peripatus (41, Fig. 9) beobachteten Grube der Scheitellappen identisch zu sein scheint. Im weiteren Verlaufe der embryonalen Entwickelung treten die Gehirnganglien mit dem postoralen Teile

des Nervensystems durch Kommissuren in Verbindung, welche den Ösophagus umfassen, und an deren Bildung das erste postorale Ganglienpaar, dasjenige des zweiten embryonalen Segmentes oder der Cheliceren, sich vorzüglich beteiligt.

Die Ganglienpaare des zweiten bis letzten Embryonalsegmentes sind ursprünglich in der Mittellinie getrennt, verschmelzen jedoch später median durch Ausbildung transversaler Kommissuren, wahrscheinlich jedoch nicht unter Beteiligung des zwischen beiden Ganglienreihen liegenden Integumentes zu Ganglienknoten; diese letzteren — oder schon die Ganglien jeder Reihe, — treten untereinander durch Ausbildung zweier paralleler Längskommissuren in Verbindung und repräsentieren in diesem Zustande eine echte Bauchganglienkette, welche bei einigen Gruppen fast unverändert persistiert, bei der Mehrzahl derselben jedoch weitere Umbildungen erleidet. Im Anschluß an die Verschmelzung mehrerer embryonaler Segmente zu größeren Körperabschnitten werden auch die bezüglichen Ganglienpaare enger aneinander gelagert und es entstehen dadurch die mannigfachsten Komplikationen, welche entweder in einer Verkürzung der Längskommissuren oder einer engen Aneinanderlagerung mehrerer Ganglienpaare oder endlich einer Vereinigung aller Ganglienpaare zu einem einzigen Knoten ihren Ausdruck finden können. Die Reduktion des hinteren Körperabschnittes, welche, wie die Vergleichung des Hautskelettes ergeben wird, anzunehmen ist, hat auch eine Verminderung der bezüglichen Ganglienpaare notwendig im Gefolge. — Mit Berücksichtigung dieser beiden Momente, der Konzentration und Reduktion, lassen sich von dem Bauchmark der Tardigraden bis zu dem Bauchknoten der Acarinen alle Modifikationen in der Gestaltung des Nervensystemes der Arachniden erklären.

Bei den Tardigraden finden sich bezüglich des Nervensystemes, wie auch der Mehrzahl der übrigen Organsysteme, Verhältnisse, welche in ihrer Einfachheit an die embryonalen Zustände der übrigen Gruppen erinnern. Schon Doyère (28, pag. 343) erkannte die strickleiterähnliche Gestaltung des Bauchmarkes und beobachtete die unter den Augen liegenden ganglienartigen Anschwellungen; doch erst Greeff (31, 32, pag. 127) gelang es, durch Auffindung einer Kommissur, welche, den Schlund überbrückend, diese Anschwellungen verbindet, dieselben als Gehirnganglien zu erweisen und damit die volle Übereinstimmung im Bau des Nervensystemes mit demjenigen der übrigen Articulaten darzuthun. Die seitlich über dem Schlunde gelegenen Gehirnganglien, deren jedem

ein Auge aufsitzt, sind nicht, wie bei allen übrigen Arachniden, zu einem Knoten vereinigt, sondern durch eine Querkommissur verbunden. Jedes derselben steht durch eine seitlich am Schlunde herablaufende Kommissur, welche einen sich bald nach seinem Ursprung gabelig teilenden Nerven abgiebt, mit dem ersten Knoten der Bauchganglienkette in Verbindung. Die letztere besteht aus vier, durch zwei parallele Längskommissuren untereinander verbundenen Ganglienknoten von sehr einfacher Struktur, deren erster vielleicht aus zwei Ganglienpaaren zusammengesetzt ist, während die folgenden drei je einem Ganglienpaar zu entsprechen scheinen. Von dem ersten Knoten entspringen nämlich zwei starke Nerven nach vorne; dieselben begeben sich entweder zu den jederseits am Rüssel liegenden Fortsätzen, den Palpen Doyère's (Milnesium), oder enden mit zwei unter der Haut liegenden Anschwellungen. Dieses Nervenpaar kann als Homologon desjenigen aufgefaßt werden, welches bei den übrigen Gruppen die zweite Extremität innerviert. Außer diesem entspringen von dem ersten Ganglienknoten, wie von jedem der folgenden mehrere Nervenpaare, welche sich an die Muskulatur des Rumpfes und der Extremitäten verästeln.

Das Nervensystem der Pycnogoniden, welches zuerst von Zenker (50, pag. 380) einer eingehenderen Untersuchung unterzogen wurde, ist in neuerer Zeit Gegenstand mannigfacher Studien gewesen. Die Angaben Semper's (46, pag. 278) und Dohrn's (6, 27, pag. 37), die Zusammensetzung und Anlage des Bauchmarkes, sowie die Innervierung der Extremitäten betreffend, sind von Hoek (35, pag. 108) zum Teil bestätigt, zum Teil ergänzt worden. Die über dem Schlunde gelegene Partie, welche nach Zenker die Augen, die Cheliceren, die Taster und die Eierträger innervieren sollte, versorgt nach den neueren Untersuchungen der oben genannten Forscher nur die Augen und die Cheliceren mit paarigen Nerven sowie den dorsalen Rüsselteil mit einem unpaaren Nerven; sie ist mit dem ersten Knoten des Bauchmarkes durch zwei, meist kurze, selten längere (Colossendeis) Kommissuren verbunden, welche meist nur den Ösophagus, selten auch noch einige Längsmuskelbündel hindurchtreten lassen. Das Bauchmark besteht aus fünf, seltener vier Knoten, welche durch zwei parallele Längskommissuren von wechselnder Ausdehnung miteinander verbunden sind. Daß bisweilen nur vier Knoten vorhanden sind, erklärt sich daraus, daß die dem ursprünglichen ersten und zweiten Knoten entsprechenden Ganglienmassen durch Verkürzung der

Längskommissuren einander genähert und zu einem Knoten vereinigt sind. Die Ausbildung von fünf Ganglienknoten des Bauchmarkes ist demnach als ein primitives Verhalten zu betrachten. Der erste dieser Knoten, welcher den ventralen Teil des Rüssels sowie die Palpen und die Eierträger mit paarigen Nerven versieht, ist nicht, wie sich aus den Beobachtungen Dohrn's vielleicht entnehmen ließe, aus drei, sondern, wie Hoek dargethan hat, aus zwei Ganglienpaaren zusammengesetzt. Das erste dieser Ganglienpaare innerviert den ventralen, paarigen Teil des Rüssels und die Palpen, welche Teile zusammen als das umgebildete zweite Extremitätenpaar aufgefaßt werden müssen; das zweite Ganglienpaar sendet paarige Nerven in die Eierträger. Daß dieser erste Knoten trotz der Anwesenheit „dreier Kerne von fibrillärer Punktmasse" nur aus zwei Ganglienpaaren zusammengesetzt ist, scheint auch daraus hervorzugehen, daß Dohrn an einem sehr frühen Entwickelungsstadium eine zwar undeutliche, aber doch wahrnehmbare Trennung in zwei Teile beobachtet hat. Die Deutung Hoek's, nach welcher die ventralen Rüsselteile und die Palpen zusammen dem zweiten Extremitätenpaar der übrigen Arachniden gleichzusetzen wären, gewinnt durch den Umstand an Wahrscheinlichkeit, daß auch diese zweite Extremität, wie alle Gliedmaßen der Arachniden überhaupt, von zwei Paar Nerven versorgt wird, deren vorderes Paar dem paarigen Rüsselnerven, deren hinteres Paar dem paarigen Tasternerven entsprechen würde. Was die von Hoek eingehend beschriebenen, mit ganglionären Anschwellungen versehenen, bündelförmigen Rüsselnerven anlangt, so scheinen dieselben ebenso wie der zweite, im vorderen Rüsselteil liegende Ösophagealring eine den Pycnogoniden eigentümliche und durch Anpassung erworbene Neubildung oder richtiger Umbildung zu sein. Wie Hoek des Näheren ausführt, liegt die Vermutung nahe, daß diese Nervenbündel durch regelmäßige Anordnung ursprünglich zerstreut liegender Hautnerven mit ganglionären Anschwellungen, — welche Art von Hautnerven bei den Pycnogoniden sehr verbreitet ist, — entstanden sind und daß diese regelmäßige Anordnung eine Folge der Anpassung der den Mund umgebenden, zum Rüssel verwachsenden Teile an die dadurch modifizierte Funktion der Nahrungsaufnahme ist. Der zweite, dritte, vierte und fünfte Knoten geben paarige Nerven zu dem vierten, fünften, sechsten und siebenten Extremitätenpaare ab, während die sie verbindenden Längskommissuren Nerven zu den von einem Körperring zum andern verlaufenden Muskeln absenden. Wie Dohrn zuerst beobachtete und

wie HOEK bestätigt, werden hinter dem Ganglienpaar, welches die siebente Extremität innerviert, noch weitere Ganglien angelegt, welche entweder verschwinden (?) oder mit dem vorhergehenden zu dem fünften Knoten verschmelzen und diesem letzteren oft in Gestalt eines paarigen Lappens am hinteren, oberen Rande angefügt sind. Diese Ganglienpaare, welche von DOHRN als „abdominale“ bezeichnet werden, innervieren die den After tragende Erhöhung mit zwei oder auch vier Nerven. Dieser Umstand wie auch die Verkürzung der die beiden letzten Ganglienknoten verbindenden Längskommissuren, welche HOEK besonders betont (35, pag. 117), deuten darauf hin, daß eine starke Konzentration der hinteren Körpersegmente im Laufe der Stammesentwicklung der Pycnogoniden stattgefunden hat. Hervorzuheben ist noch, daß die Bauchganglienpaare, mit Ausnahme der drei ersten, ebenso wie die zugehörigen Extremitäten nach den Beobachtungen DOHRNS postembryonal erscheinen und also ein Verhalten zeigen, welches von demjenigen der übrigen Arachniden vollständig abweicht.

Während das Nervensystem der Tardigraden auf einer sehr niederen Stufe der Entwicklung verharrt und bezüglich seiner segmentalen Verteilung an dasjenige der Ringelwürmer, Myriapoden, und Insektenlarven erinnert, zeigt sich bei den Pycnogoniden in der Verschmelzung mehrerer Ganglienpaare zu einheitlichen Knoten und in der Verkürzung der Längskommissuren schon eine Andeutung derjenigen Konzentration, welche bei den übrigen Gruppen zu einer engen Aneinanderlagerung erst vieler, endlich aller Ganglienpaare führt, so daß die Zusammensetzung des Nervensystemes aus einzelnen, den embryonalen Segmenten entsprechenden Ganglienpaaren nur mehr durch den Austritt der paarigen Nerven äußerlich angedeutet wird.

Die Scorpionideen, deren Nervensystem zuerst von NEWPORT (42, pag. 260) mustergültig dargestellt worden ist, zeigen gemäß der hohen Entwicklung und reichen Gliederung der hinteren Körperregion auch eine mächtig entwickelte Bauchganglienkette. Die Angaben NEWPORT's, bezüglich der Lage der abdominalen Ganglien sind neuerdings von E. RAY-LANKESTER [1]) zum Teil bestätigt, zum Teil ergänzt worden. Die über dem Schlunde gelegene, deutlich zweiteilige Masse sendet paarige Nerven zu den mittleren und den seitlichen Augen, sowie zwei zarte Nervenfäd-

---

1) E. RAY-LANKESTER: „On the muscular and endoskeletal systems of Limulus and Scorpio etc.“ Transact. of the Zool. Soc. of London. Vol. XI. Part 10. 1885.

chen, welche sich bald zu einem unpaaren Strang vereinen, den Ösophagus entlang zum Darm (Nervus sympathicus). Von den Seitenteilen der oberen Partie nehmen die in den Cheliceren verlaufenden Nerven ihren Ursprung. Der durch kurze Kommissuren mit der über dem Schlunde gelegenen Partie verbundene erste Knoten des Bauchmarkes vervollständigt den den Ösophagus umgebenden Ring. Dieser erste Knoten des Bauchmarkes, welcher auch als Thorakalknoten bezeichnet werden kann, sendet seitlich paarige Nerven zu der zweiten bis sechsten Extremität und läßt von seinem hinteren Rande mehrere paarige und einen mittleren unpaaren Nervenstamm entspringen. Die ersteren versorgen das erste bis dritte (vierte) Hinterleibssegment, der letztere dagegen repräsentiert die Längskommissuren und läßt auch eine Zusammensetzung aus zwei ursprünglich gesonderten Stämmen deutlich erkennen (42, pag. 263). Derselbe verbindet die im Abdomen gelegenen Ganglienknoten, deren nach Newport (42, pag. 261) sieben vorhanden sind: drei präabdominale, das vierte bis siebente Hinterleibssegment versorgend, und vier postabdominale, welche die sechs Glieder des Postabdomens innervieren. Abendroth (1, pag. 25) giebt die Zahl der abdominalen, gesonderten Ganglienknoten auf acht an, von denen er vier größere dem Präabdomen, vier kleinere dem Postabdomen zuschreibt, und scheint demnach die Vereinigung der im Endteil des Postabdomens getrennten Nervenstämme als Andeutung eines achten Ganglienpaares aufzufassen. Ray-Lankester (17, pag. 511) hingegen kehrt wieder zu der Auffassung Newport's zurück und giebt die Zahl der gesonderten, abdominalen Ganglienknoten auf sieben an, von denen er jedoch, wie Abendroth, vier in das Präabdomen und nur drei in das Postabdomen verlegt. Diese verschiedene Ansicht über die Zugehörigkeit des vierten abdominalen Ganglienknotens erklärt sich daraus, daß nach der Darstellung Newport's die Lage desselben eine unbestimmte ist und man denselben, da er nach Newport auf der Grenze zwischen Prä- und Postabdomen liegt, sowohl dem letzten präabdominalen, wie auch dem ersten postabdominalen Segment zuzurechnen berechtigt ist. Da jedoch die von ihm ausgehenden Nerven bezüglich ihrer Gestalt und Verteilung denen der folgenden Ganglienknoten gleichen, so dürfte es gerechtfertigt sein, die Auffassung Newport's zu acceptieren und diesen vierten abdominalen Ganglienknoten als ersten postabdominalen und als dem achten Hinterleibsring angehörig anzusehen. Die Lage auf der Grenze der Segmente oder nahe derselben kann um so we-

niger ins Gewicht fallen, als alle gesonderten abdominalen Ganglienknoten nach vorne verlagert erscheinen.

Das Nervensystem des erwachsenen Scorpions würde also aus den im oberen und im unteren Thorakalknoten enthaltenen elf Ganglienpaaren und, — wenn jeder der distinkten abdominalen Ganglienknoten einem Ganglienpaar gleich erachtet wird, — sieben Ganglienpaaren, also zusammen achtzehn Ganglienpaaren bestehen. Nun werden aber in dem Embryo nach METSCHNIKOFF für jedes embryonale Segment je ein Ganglienpaar angelegt und es würden demnach, — wenn der Giftstachel nicht als ein Segment mitzählt, — neunzehn Ganglienpaare differenziert; es bliebe also nur die Annahme, daß in der postabdominalen Region zwei dieser embryonalen Ganglienpaare zu einem Knoten verschmolzen sind, oder aber, daß, wie bei den Araneiden, eines derselben, hier das letzte in der Bildung der Nervenstränge aufgegangen ist, welche den hinteren Teil des Postabdomens und den Giftstachel versorgen. In letzterem Falle würde die von ABENDROTH vertretene Ansicht einer gewissen Rechtfertigung nicht entbehren. Eine weitere Vergleichung des von NEWPORT dargestellten Nervensystemes und der von METSCHNIKOFF beschriebenen embryonalen Anlage desselben läßt erkennen, daß im Verlaufe der embryonalen Entwicklung das erste postorale Ganglienpaar mit dem präoralen Gehirnganglienpaar zu der über dem Schlunde liegenden Partie zusammentritt. — Ferner vereinigen sich die distinkt angelegten Ganglienpaare einer großen Anzahl der folgenden Körpersegmente zu einem Ganglienknoten, dem unteren Thorakalknoten, während diejenigen der übrigen Segmente zwar gesondert bleiben, aber oft um ein Segment nach vorne verlagert werden und unter sich wie auch mit dem unteren Thorakalknoten durch eine, ursprünglich doppelte Längskommissur in Verbindung treten.

Die Pedipalpen, namentlich die Telyphoniden, zeichnen sich durch die Größe der über dem Schlunde gelegenen Partie aus. Dieselbe innerviert die Augen und die Cheliceren, wie auch das Rostrum und ist durch kurze, dicke Kommissuren mit dem unteren Thorakalknoten verbunden. Der letztere sendet seitlich paarige Nerven zu dem zweiten bis sechsten Extremitätenpaare. Von seinem hinteren Rande entspringen bei den Telyphoniden nach der Darstellung BLANCHARD's (30, pag. 271) zwei seitliche Nervenpaare und ein mittlerer unpaarer Strang. Die beiden Nervenpaare versorgen das erste und zweite Hinterleibssegment, der mittlere Strang dagegen giebt an jedes folgende Segment je ein

Nervenpaar ab und schwillt in seinem hinteren Teile zu einem kleinen Ganglion an. Bei den Phryniden dagegen entspringt nach van der Hoeven (36) von dem hinteren Rande des unteren Thorakalknotens ein aus zwei Teilen bestehender Stamm, welcher sich im Abdomen verästelt. Während sich also bei den Telyphoniden, deren Hinterleib die Form und Gliederung desjenigen der Scorpioniden, wenn auch in geringerem Maße aufweist, in dem kleinen, dem unpaaren Strang eingelagerten Ganglienknoten auch die Spuren einer Bauchganglienkette finden, haben sich bei den Phryniden, deren Abdomen eine ähnliche Konzentration wie dasjenige der Araneiden zeigt, auch wahrscheinlich analoge Vorgänge wie bei diesen abgespielt. Die abdominalen Ganglienpaare sind entweder dem unteren Thorakalknoten angelagert worden oder in der Bildung der Längsstämme aufgegangen.

Das Nervensystem der Solpugiden wurde von Blanchard (23; 24, pag. 230), so wie von Kittary und Dufour (29, pag. 395) untersucht. Die Abhandlung Kittary's war mir leider nicht zugänglich, doch scheinen, — nach einigen Bemerkungen Dufour's zu schließen, — die Resultate seiner Untersuchung mit denjenigen Blanchard's im wesentlichen übereinzustimmen. Die Angaben Blanchard's und Dufour's dagegen widersprechen sich in einigen Hauptpunkten, so namentlich bezüglich der Verteilung der Abdominalnerven und betreffs des Ursprungs der Chelicerennerven. Vorzüglich um über den letzten Punkt Aufklärung zu erhalten, untersuchte ich an einigen in Spiritus aufbewahrten Exemplaren von Galeodes araneoides, welche ich der Güte des Herrn Dr. A. Walter, Assistenten am zoologischen Institut zu Jena, verdankte, das Nervensystem und fand die Angaben Blanchard's bezüglich der Chelicerennerven bestätigt. Leider waren die im Abdomen gelegenen Weichteile zu stark maceriert, um eine gute Präparation auch dieses Teiles des Nervensystemes zu gestatten, und werde ich mich daher bezüglich der Innervierung des Abdomens ebenfalls an die Darstellung Blanchard's halten. Die über dem Schlunde gelegene Partie, welche durch eine seichte Längsfurche zweiteilig erscheint, wird durch kurze, dicke Kommissuren mit dem unteren Thorakalknoten verbunden. Von der oberen Partie entspringen, ein wenig von dem vorderen Rande entfernt, ein Paar Augennerven und zwischen diesen etwas tiefer zwei zarte Nervenfädchen, welche sich zu dem Rostrum begeben, während von dem hinteren Rande ein aus zwei Strängen bestehender Stamm auf dem Ösophagus zum Darm verläuft. Ein wenig

hinter und unter den Augennerven, also von den Seitenteilen der oberen Partie, nimmt jederseits ein starker Nervenstamm seinen Ursprung und begiebt sich, nach vorn aufsteigend, in die bezügliche Chelicere. Der untere Thorakalknoten entsendet paarige Nerven zu dem zweiten bis sechsten Gliedmaßenpaar, so wie von seinem hinteren Rande ein Nervenpaar in das erste Abdominalsegment und einen zwischen diesem liegenden, unpaaren Nervenstamm in das Abdomen. Der letztere schwillt in dem ersten Hinterleibssegment zu einem Ganglienknoten an und giebt in seinem weiteren Verlaufe je ein paar Nerven an jedes folgende Segment ab. Da auch für die Solpugiden anzunehmen ist, daß jedem abdominalen Segment je ein Ganglienpaar der embryonalen Anlage entsprach, so läßt sich folgern, daß diese embryonalen, abdominalen Ganglienpaare zum Teil dem unteren Thorakalknoten angelagert worden sind (Ganglienpaar des ersten abdominalen Segmentes), zum Teil aber in dem restierenden, abdominalen Ganglienknoten vereinigt oder vielleicht auch zum Teil in der Bildung des Längsstammes, welcher die Längskommissuren des Bauchmarkes repräsentiert, aufgegangen sind (Ganglienpaare des zweiten bis zehnten abdominalen Segmentes). In der segmentalen Verteilung der Nervenursprungsstellen scheint sich eine Andeutung der ursprünglichen segmentalen Verteilung der Ganglienpaare erhalten zu haben.

Die Chernetiden, über deren Nervensystem mir nur die kurzen Angaben Stecker's (19, pag. 318) vorliegen, zeigen eine über dem Schlunde gelegene Ganglienmasse, welche die Augen und die Cheliceren innerviert und durch längere Kommissuren mit dem unteren Thorakalknoten in Verbindung steht. Der letztere sendet seitlich paarige Nerven zu den fünf hinteren Extremitätenpaaren und von seinem hinteren Rande zwei Nervenstämme in das Abdomen. Dieselben enthalten am Anfange des Hinterleibes je einen Ganglienknoten eingelagert, vereinen sich dann zu einem unpaaren Stamme, welcher in dem siebenten Hinterleibssegment zu einem unpaaren Ganglion anschwillt und sich dann netzförmig verzweigt.

Die Anlage des Nervensystemes hat Metschnikoff (39, pag. 519) bei Embryonen von Chelifer beobachtet, jedoch erst in einem ziemlich späten Stadium der Entwicklung und, — wenn Stecker's Darstellung auch für Chelifer gültig ist, — nur zum Teil, da nur die dorsal gelegene, blasige Gehirnganglienanlage sowie die ventral gelegene Anlage des unteren Thorakalknotens Erwähnung finden. Eingehender hat Barrois (22 a, pag. 152)

die Anlage des Nervensystemes dargestellt. Demnach wird dasselbe in Gestalt zweier Bänder angelegt, deren vorderes vor dem Saugorgan der Larve und deren hinteres hinter demselben und unabhängig von dem ersteren entsteht. Erst später verwachsen dieselben und schließen dann den Saugapparat, welcher später abgeworfen wird, vollständig ab. Doch auch diese, immerhin kurze Darstellung BARROIS' giebt über die eigentlichen wichtigen Punkte keinen Aufschluß.

Über das Nervensystem der Cyphophthalmiden standen mir nur die von STECKER (19, pag. 312) gemachten Beobachtungen zu Gebote. Wie bei den Phalangiden liegt auch bei den Cyphophthalmiden (Gibocellum) eine deutlich zweiteilige Ganglienpartie nicht über, sondern vor dem Schlund. Dieselbe giebt außer zwei Paar Augennerven auch paarige Nerven zu den Cheliceren ab und ist durch kurze Kommissuren mit dem unteren Thorakalknoten dergestalt verbunden, „daß die Hinterränder der ersteren in ihrer ganzen Fläche mit dem Vorderrande des letzteren in Verbindung stehen". Der untere Thorakalknoten, welcher von strahliger Gestalt ähnlich demjenigen der Araneiden erscheint, innerviert das zweite bis sechste Gliedmaßenpaar und sendet von seinem hinteren Rande zwei Paar Nerven in das Abdomen. Diejenigen des äußeren Paares schwellen zu je einem Ganglienknoten an, während diejenigen des inneren Paares je ein Paar Ganglienknoten eingelagert enthalten und sich dann erst netzförmig verzweigen. Die letzteren repräsentieren den hinteren Teil der Bauchganglienkettte; die ersteren dagegen sind den von LEYDIG (37) bei Phalangium als Eingeweidenerven gedeuteten Stämmen homolog zu erachten, dürften aber wohl als Nerven des Bauchmarkes aufzufassen sein, welche den vorderen Teil des Hinterleibes innervieren und deren Ganglien zum Teil dem unteren Thorakalknoten angelagert oder in den verbindenden Strängen aufgegangen sind, zum Teil aber sich zu distinkten Ganglienknoten vereinigt haben. Vielleicht können auch, wie dies LEYDIG für die bezüglichen Nerven der Phalangiden gethan hat, diese Nerven als sympathische gedeutet werden, doch scheint ein stichhaltiger Grund hierfür nicht vorhanden zu sein.

Das Nervensystem der Phalangiden ähnelt bezüglich seiner äußeren Gestalt und Verteilung sowohl demjenigen der Chernetiden wie auch der Cyphophthalmiden. — Die, wie bei letzteren, vor dem Schlunde gelegene Partie versorgt nach LEYDIG (37, pag. 199) nur die Augen; und zwar sendet sie einen stärkeren, mittleren

Stamm, welcher sich bald nach seinem Ursprung teilt, zu den mittleren Augen, und einen paarigen, seitlichen Stamm zu den sogenannten Seitenaugen. Dieses letzte Nervenpaar repräsentiert jedoch, wie STECKER angiebt (19, pag. 313), nur Hautnerven, da die für Seitenaugen gehaltenen Pigmentanhäufungen nur die Mündungen der KROHN'schen Cephalothoraxdrüsen umgeben. Der untere Thorakalknoten, welcher durch kurze Kommissuren mit der vor dem Schlunde gelegenen Partie in Verbindung steht, innerviert alle sechs Extremitätenpaare, also auch die Cheliceren, und zeigt hierin ein unter allen Arachniden einzig dastehendes Verhalten. — Von seinem hinteren Rande sendet er, wie schon TREVIRANUS (48, pag. 39) und TULK (49, pag. 325) beschreiben, drei Nervenstämme in das Abdomen. — Die beiden seitlichen Nerven, welche sich bald nach ihrem Ursprung gabeln, enthalten in jeden Gabelast ein birnförmiges Ganglion eingelagert und sind von TULK und von LEYDIG als Eingeweidenerven gedeutet worden; ob mit Recht, läßt sich zur Zeit nicht entscheiden, da es wegen Unkenntnis der ersten Entwicklungsstadien der Phalangiden nicht zu sagen ist, ob die diesen Nerven angelagerten Ganglien embryonalen Ganglienanlagen des Bauchmarkes entsprechen, oder ob sie sekundäre Bildungen sind. Der mittlere Strang dagegen, welcher sich ebenfalls bald nach seinem Ursprung teilt und nach LEYDIG (37, pag. 201) „eigentlich von Anfang an doppelt und nur sehr nahe zusammenzuliegen scheint“ und welcher ebenfalls in jedem seiner Gabeläste einen Ganglienknoten eingelagert enthält, um sich dann netzförmig zu verzweigen, repräsentiert mit seinen eingelagerten Ganglien, welche einem abdominalen Knoten zu entsprechen scheinen, der sich sekundär geteilt hat, die Bauchganglienkette des Abdomens. — Die von TREVIRANUS (48, pag. 39) und von TULK (49, pag. 324) als dem unteren Thorakalknoten angehörig beschriebene Hförmige Platte wurde schon von LEYDIG (37, pag. 200) als eine unter dem Ganglienknoten gelegene, innere Skelettplatte erkannt.

Über die äußere Gestalt des Nervensystems der Araneiden sowie über die Verteilung der Nerven liegen ausführliche Angaben von TREVIRANUS (47, pag. 44), BRANDT (25, pag. 184), GRUBE (33, pag. 302) u. A. vor; die Verteilung und Lage der einzelnen Ganglienpaare in dem zu einem einzigen Knoten zusammengezogenen Nervensystem der zweilungigen Araneiden hat SCHIMKEWITSCH (18, p. 15) eingehend beschrieben. Das Nervensystem der Araneiden besteht demnach aus einer einzigen, vom Ösophagus durchbohrten Masse, zu welcher nur bei den Mygaliden

noch ein abdominaler Ganglienknoten hinzukommt (47, Fig. 45 b). Der über dem Schlunde gelegene Teil ist deutlich zweiteilig und aus zwei Ganglienpaaren zusammengesetzt. Das eine derselben innerviert die Augen und das Rostrum, das andere die Cheliceren. Von den Seitenteilen dieser oberen Partie entspringen nach Brandt (25, pag. 185) und nach Grube (33, pag. 302) zwei zarte Nervenfädchen, welche sich bald zu einem unpaaren Stamm vereinen und auf dem Ösophagus zum Darm verlaufen (Nervus sympathicus). Die unter dem Schlunde gelegene Partie besteht aus sechs Ganglienpaaren, wie schon Grube erkannte, „deren Nerven sternartig ausstrahlen". Das erste dieser sechs Ganglienpaare innerviert die zweite Extremität und die Unterlippe (18, pag. 21); das zweite, dritte, vierte und fünfte Ganglienpaar senden paarige Nerven zu den vier hinteren Gliedmaßenpaaren; außerdem entspringen von dem fünften Ganglienpaar die den Stiel versorgenden Nerven. Das sechste Ganglienpaar endlich sendet ein Paar Nervenstämme in das Abdomen, welche entweder eine kurze Strecke vereinigt sind, zu einem Ganglion anschwellen und sich dann erst verästeln (47, Fig. 45), oder von anfang an getrennt sind und sich bald nach ihrem Eintritt in das Abdomen verzweigen (5, II. Fig. 8). So verschieden nun auch das Nervensystem eines erwachsenen Scorpions und einer Araneide sich darbieten, so übereinstimmend sind, wie schon oben erwähnt wurde, die embryonalen Anlagen der Nervensysteme beider, denn dieselben entstehen beide aus segmental angelegten Ganglienpaaren. Während aber bei den Scorpionideen die in den abdominalen Embryonalsegmenten angelegten Ganglienpaare sich nur zum Teil mit den thorakalen Ganglienpaaren zu einem Knoten vereinigen, zum Teil dagegen dauernd getrennt bleiben, verschmelzen bei den Araneiden nach den Beobachtungen Balfour's (20, pag. 19) die den abdominalen Segmenten angehörigen Ganglien jeder Seite, so daß im Abdomen der Araneidenembryonen zwei Längsstämme entstehen, während in der Thorakalregion derselben die Ganglien jedes Paares sich median durch Querkommissuren verbinden und die so entstandenen Ganglienknoten sich später zu dem unteren Thorakalknoten vereinen. Daß sich hinter den fünf thorakalen Ganglienpaaren des unteren Thorakalknotens noch ein sechstes abdominales findet, erklärt sich aus einer Beobachtung, welche Barrois (22, pag. 547) machte. Demnach ziehen sich einige der embryonalen Ganglienanlagen der Abdominalregion im Laufe der Entwicklung, — wahrscheinlich gleichzeitig während die übri-

gen die von Balfour beobachtete Bildung der Längsstämme eingehen, — gegen die Thorakalregion hin zurück und lagern sich später, zu einem Ganglienpaar vereinigt, dem unteren Thorakalknoten an. Auf diesen Vorgang scheinen auch die von Balfour (20, pag. 19) erwähnten drei oder vier Querkommissuren zwischen den parallelen, durch Verschmelzung der jederseitigen Ganglienanlagen entstandenen Längsstämmen hinzudeuten.

Das Nervensystem der Acarinen schließt sich bezüglich seiner äußeren Gestalt und betreffs der Verteilung seiner Nerven demjenigen der zweilungigen Araneiden an. Im Anschluß an die innige Verschmelzung der bei der Mehrzahl der übrigen Gruppen mehr oder weniger distinkten Körperregionen findet sich nur eine einzige, von dem Ösophagus durchbohrte Masse, welche nach Croneberg (26, pag. 243) aus paarigen Ganglien zusammengesetzt ist und das „verschmolzene Gehirn und Bauchmark" repräsentiert. Der über dem Schlunde gelegene Teil innerviert die Augen und die Cheliceren, wird jedoch bei der oft eintretenden Rückbildung der Cheliceren bisweilen auf ein einfaches, sich über den Schlund hinziehendes Markband reduziert. Der untere Thorakalknoten innerviert die zweite bis sechste Extremität, sowie die übrigen Körperteile. Auch ein unpaarer, auf der Speiseröhre zu dem Darm verlaufender Nerv (Nervus sympathicus) ist von Croneberg beobachtet worden. Daß die von dem ovalen Nervenknoten entspringenden Stämme jederseits in zwei Gruppen geteilt erscheinen, wie Croneberg hervorhebt, erklärt sich aus der Lage der zu innervierenden Teile in Bezug auf den Ganglienknoten. Die Nerven der ersten Gruppe, welche die Augen, die Cheliceren, die Maxillen und die zwei ersten Beinpaare versorgen, sind nach vorn gerichtet, während diejenigen der zweiten Gruppe, welcher alle übrigen Nerven angehören, nach hinten verlaufen [1]).

Das Nervensystem der Linguatuliden besteht nach van Beneden (2, pag. 319) aus einer den Schlund umfassenden Kommissur [2]) und einer unter dem Schlunde gelegenen, aus mehreren Ganglienpaaren verschmolzenen Masse. Die erstere repräsentiert den dem oberen Thorakalknoten entsprechenden Teil des Nerven-

1) Nalepa (50, a) giebt eine Beschreibung des Nervensystemes der Tyroglyphen, welche im allgemeinen mit den bisher Bekannten übereinstimmt. Doch soll das Neurilem gänzlich fehlen, eine Angabe, welche noch weiterer Bestätigung bedarf.

2) —, welche nach den Untersuchungen Liénard's und Hoyle's doppelt ist (50, b).

systemes, und die starke Reduktion dieses Teiles läßt sich im Anschluß an die Rückbildung der Augen und die starke Reduktion der Cheliceren infolge der Anpassung an eine endoparasitische, cestodenähnliche Lebensweise erklären. Von der unter dem Schlunde gelegenen Ganglienmasse entspringen drei bis vier Nervenpaare, welche sich zu dem vorderen Körperteil, namentlich zu den die Mundöffnung umgebenden Haken, den letzten Andeutungen reduzierter Kieferpaare, begeben; — außerdem nehmen nach hinten zwei starke parallele Stämme ihren Ursprung, welche nach van Beneden dem Bauchmark zu homologisieren sind. Von der Schlundkommissur entspringt ein in der Mundgegend sich verästelnder Nerv, vergleichbar dem Rostralnerven der übrigen Gruppen; — und die Seitenteile der Schlundkommissur stehen durch zarte Kommissuren mit einem aus zwei Ganglienpaaren bestehenden Eingeweidenervensystem in Verbindung. Wie Leuckart (13) beobachtete, erscheint der Schlundring der Pentastomenlarven ziemlich spät, nämlich erst nach der Wanderung der Embryonen in einen neuen Wirth und nach der ersten Larvenhäutung, welcher jedoch schon zwei Häutungen der Embryonen voraufgegangen sind.

Inwieweit die einzelnen Teile des Nervensystemes der verschiedenen Gruppen homolog sind, läßt sich am leichtesten und sichersten erwägen, wenn die einzelnen, aufeinander folgenden Ganglienpaare — welche, wie bei den Scorpionideen und den Araneiden, auch bei den übrigen Gruppen angenommen werden müssen — verglichen werden, ohne Rücksicht darauf, ob dieselben noch distinkt und durch Längskommissuren verbunden, oder ob sie durch enge Aneinanderlagerung zu mehreren oder endlich zu einem einzigen Ganglienknoten verschmolzen sind.

Das erste Ganglienpaar, welches in dem Scheitellappen angelegt wird und im Gegensatz zu allen übrigen Ganglienpaaren präoral ist, ist stets über dem Schlunde gelegen. Während es bei den Tardigraden durch eine Querkommissur verbunden ist und dadurch einen Beleg für die niedere Stellung dieser Tiergruppe liefert, wird es bei den übrigen Gruppen eng aneinander gelagert. Dasselbe innerviert die Augen und das Rostrum und sendet einen paarigen Nerven auf dem Ösophagus zum Darm (Nervus sympathicus). Daß dieser sympathische Nerv überall vorhanden ist, darf aus den bei der Mehrzahl der Gruppen gemachten Beobachtungen gefolgert werden. Sind die Augen, wie bei vielen Acarinen und den Linguatuliden, rückgebildet, so tritt auch eine Verkümmerung dieses ersten Ganglienpaares ein. Die Beobach-

tung Hoek's (35, pag. 111), daß bei den Pycnogoniden die Augennerven als Äste eines Hautnervenbündels entspringen, zeigt, daß sich in dieser Gruppe ein primitiver Zustand dauernd erhalten hat.

Das zweite Ganglienpaar, oder dasjenige der Cheliceren, zeigt bezüglich seiner endgültigen Lagerung bemerkenswerte Verschiedenheiten. Obgleich dasselbe stets in dem zweiten Segment der embryonalen Anlage als erstes postorales Ganglienpaar angelegt wird, lagert es sich bei der Mehrzahl der Gruppen auf die Schlundkommissuren oder vereinigt sich sogar mit dem präoralen Gehirnganglienpaar zu einer über dem Schlund liegenden Ganglienmasse. Nur bei den Phalangiden gehört das Ganglienpaar der Cheliceren, wie Leydig ausdrücklich bemerkt, dem unteren Thorakalknoten an. Bei den Tardigraden scheint dieses Ganglienpaar gänzlich zu fehlen, doch ist zu vermuten, daß dasselbe im Anschluß an die Umbildung der Cheliceren zu kalkigen Stiletten eine Reduktion erfahren hat und durch die je einen Nerven abgebenden Teile der Ösophagealkommissur repräsentiert wird.

Das dritte Ganglienpaar, welches die zweite Extremität und die Unterlippe innerviert, scheint bei den Tardigraden mit dem folgenden Paar zu dem ersten Knoten des Bauchmarkes verschmolzen zu sein. Bei den Pycnogoniden mit dem vierten und oft auch dem fünften Ganglienpaare zu dem ersten Knoten der Bauchganglienkette vereinigt, setzt es bei den übrigen Gruppen mit den folgenden thorakalen und zum Teil abdominalen Ganglienpaaren den unteren Thorakalknoten zusammen.

Das vierte, fünfte, sechste und siebente Ganglienpaar, welche die dritte bis sechste Extremität innervieren, bleiben bei den Tardigraden gänzlich getrennt und sind auch bei den Pycnogoniden zum Teil gesondert, während sie bei allen übrigen Gruppen an der Bildung des unteren Thorakalknotens Teil nehmen.

Während diese cephalothorakalen Ganglienpaare bei allen Gruppen in gleicher Zahl, nämlich zu sieben vorhanden sind und im einzelnen als homolog erachtet werden müssen, finden sich die ihnen folgenden abdominalen Ganglienpaare in ungemein wechselnder Zahl, so daß sie wohl bezüglich ihrer Anlage und in ihrer Gesamtheit als homolog bezeichnet werden können, daß sich aber nicht feststellen läßt, welche der einzelnen Ganglienpaare oder Ganglienknoten als gleichwertig zu erachten sind. Bei den Scorpionideen, deren Körper die größte Längenentwicklung aufweist, findet sich auch die größte Zahl abdominaler Ganglienpaare in der embryonalen Anlage, nämlich zwölf, während sich

am Nervensystem des erwachsenen Tieres nur deren elf sicher konstatieren lassen, nämlich vier dem unteren Thorakalknoten angelagerte und sieben zu distinkten Ganglienknoten verschmolzene, so daß angenommen werden muß, daß zwei der embryonalen Ganglienpaare des Postabdomens zu einem Knoten verschmolzen sind, oder daß eines derselben, — und dann wahrscheinlich das letzte, — in den Längsstämmen aufgegangen ist, wenn man nicht in der letzten Vereinigung der Längsstämme die Spuren eines achten distinkten abdominalen Ganglienknotens zu vermuten geneigt ist. — Bei den Araneiden dagegen finden sich entsprechend der Zahl der embryonalen Abdominalsegmente nur zehn Paar abdominaler Ganglienanlagen. Dieselben lagern sich zum Teil als sechstes Ganglienpaar dem unteren Thorakalknoten an oder vereinen sich zum Teil zu einem am Anfang des Hinterleibes gelegenen distinkten Ganglienknoten (Mygaliden) oder gehen endlich zum Teil in den abdominalen Längsstämmen auf. — Bei den Pycnogoniden werden noch drei, oft nur zwei Paar abdominaler Ganglien angelegt, deren erstes stets das siebente Extremitätenpaar innerviert; dieselben vereinigen sich immer zu einem Knoten, dem letzten der Bauchganglienkette. — Den Tardigraden endlich fehlt jede Spur weiterer Ganglien, doch finden sich vom letzten Ganglienknoten ausgehend zwei stärkere Nervenstämme, welche in ihrer Richtung die Längskommissuren fortsetzen, und deren Vorhandensein und Eigentümlichkeiten vielleicht darauf hindeuten, daß ursprünglich hinter diesem letzten Ganglienknoten noch weitere vorhanden waren. — Aus diesen Beispielen ergibt sich, daß die Zahl der abdominalen Ganglienpaare der Zahl der abdominalen Segmente entspricht und wie diese nicht nur für die verschiedenen Gruppen verschieden, sondern auch innerhalb der einzelnen Gruppen wechselnd ist (Pycnogoniden). —

Mit Ausschließung der Tardigraden und der Pycnogoniden, welche bezüglich der Gestaltung des Nervensystemes ein sehr primitives Verhalten darbieten, läßt sich, was die Vereinigung der abdominalen Ganglienpaare sowohl unter sich als auch mit den cephalothorakalen Ganglienpaaren anlangt, eine fortlaufende Reihe von den Scorpionideen bis zu den Acarinen und Linguatuliden verfolgen. — Je mehr die Segmentierung des Abdomens und die Gliederung des Körpers überhaupt verwischt wird, um so mehr werden auch die ursprünglich distinkten Ganglienpaare zu größeren Knoten vereinigt, um endlich alle in die Zusammensetzung des unteren Thorakalknotens einzugehen. — Schon bei den Scorpionideen

finden sich die abdominalen Ganglienpaare mit Ausnahme der vier vorderen, welche dem unteren Thorakalknoten einverleibt sind, meist je um ein Segment nach vorn verlagert. Diese Verlagerung steigerte sich mit der allmählichen Konzentration des Hinterleibes bei den übrigen Gruppen, bis endlich alle abdominalen Ganglienpaare, soweit sie nicht an der Bildung der Längsstämme teilgenommen haben, dem unteren Thorakalknoten einverleibt wurden. — So finden sich bei den Scorpionideen noch sieben abdominale Ganglienknoten, bei den Chernetiden und den Cyphophthalmiden noch zwei, bei den Solpugiden und manchen Araneiden nur noch einer vor, während endlich bei der Mehrzahl der Araneiden, bei den Acarinen und den Linguatuliden keine gesonderten abdominalen Ganglienknoten vorhanden sind.

Was die Längskommissuren des Bauchmarkes anlangt, so bewahren dieselben nur bei den Tardigraden und den Pycnogoniden ihre ursprüngliche Duplizität, während sie bei den übrigen Gruppen so eng aneinander gelagert sind, daß sie als ein unpaarer Strang erscheinen. — Doch läßt sich die Zusammensetzung dieses Stranges aus zwei Teilen meist deutlich erkennen. Nur bei den Chernetiden und den Cyphophthalmiden ist eine Trennung der Kommissuren und auch zum Teil eine Trennung der Ganglienknoten in je zwei vorhanden. — Inwieweit bei dieser Gruppe die Duplizität der Längskommissuren und der ihnen eingelagerten Ganglien eine ursprüngliche oder eine sekundäre ist, läßt sich zur Zeit nicht entscheiden, da die Embryologie dieser Gruppen nur sehr lückenhaft bekannt ist. —

Eine der ersten Fragen, welche sich bei einer Vergleichung des Nervensystems der Arachniden mit demjenigen der übrigen Arthropoden aufdrängt, ist wohl die, ob die über dem Schlund gelegene Partie des Nervensystemes der Arachniden dem oberen Schlundknoten der übrigen Arthropoden gleichwertig zu erachten ist. Die Beantwortung dieser Frage ist um so wichtiger, als sie von fundamentaler Bedeutung für die Erörterung der Homologie der Gliedmaßen der Arthropoden erscheint. — Nach Analogie der übrigen Arthropoden hat man die über oder auch vor dem Schlunde gelegene Partie des Nervensystemes der Arachniden schlechthin als oberen Schlundknoten, Supraösophagealganglion oder Gehirn, bezeichnet und a priori dem oberen Schlundknoten der übrigen Arthropoden homolog erachtet. Eine einfache Zusammenstellung der Thatsachen aber ergibt, daß diese über dem Schlund gelegene Partie wohl die gleiche Lage, nicht aber auch die gleiche Zusam-

mensetzung wie der obere Schlundknoten der übrigen Arthropoden aufweist, und sogar in den verschiedenen Gruppen der Arachniden selbst Unterschiede in der Zusammensetzung erkennen läßt. Denn während bei der Mehrzahl der Gruppen diese obere Partie sowohl die Augen als auch die Cheliceren innerviert, entsendet sie bei den Phalangiden, wie LEYDIG angibt (37, pag. 199), nur die Augennerven, während die Chelicerennerven von dem unteren Thorakalknoten entspringen. Es kann daher, — wenn irgend LEYDIG's Darstellung der Wirklichkeit entspricht, — die vor dem Schlunde gelegene Partie des Nervensystemes der Phalangiden nicht homolog sein dem gleichgelegenen Teile des Nervensystemes der übrigen Gruppen. — Wie schon RATHKE (44, pag. 31) entdeckte, gehören die Seitenteile des sogenannten Gehirnes der Scorpionideen, welche die Nerven zu den Cheliceren entsenden, ursprünglich nicht diesem, sondern dem Bauchmark an. Diese wichtige Entdeckung RATHKE's erhielt durch die embryologischen Untersuchungen METSCHNIKOFF's (38) ihre Bestätigung und wurde durch die Beobachtungen BALFOUR's (20) verallgemeinert. — Denn, wie ein Blick auf die Darstellungen METSCHNIKOFF's (38, Fig. 9) und BALFOUR's (20, Fig. 5) zeigt, wird das die Cheliceren innervierende Ganglienpaar sowohl bei den Scorpionideen als auch bei den Araneiden in dem zweiten Segment der embryonalen Anlage, also postoral angelegt und gleicht bezüglich seiner Lage, wie SCHIMKEWITSCH (18, pag. 26) besonders hervorhebt, vollständig demjenigen Ganglienpaar, welches bei den Myriapoden (40, pag. 817) und den Hexapoden in dem mandibularen Embryonalsegment angelegt wird. Während sich aber das mandibulare Ganglienpaar der Myriapoden und Hexapoden mit denjenigen einiger folgenden Embryonalsegmente zu dem unteren Schlundknoten vereinigt oder auch, wie bei einigen Lepidopteren, den Schlundkommissuren auflagert, erfährt dasselbe bei der Mehrzahl der Arachniden eine noch stärkere Verlagerung, indem es entweder einen Teil der kurzen Ösophagealkommissuren bildet oder sich mit dem präoral angelegten Gehirnganglienpaar zu einer über dem Schlunde gelegenen Partie, einem „oberen Schlundknoten“ vereinigt, welcher scheinbar demjenigen der übrigen Arthropoden homolog ist. „It forms“, sagt BALFOUR bezüglich der Araneiden (20, pag. 19), „a part of the oesophageal commissure, and there is no suboesophageal commissure uniting the ganglia of the chelicerae, but the oesophageal ring is completed below by the ganglia of the pedipalpi.“ Nur bei den sonst ziemlich hoch entwickelten Phalangiden findet sich ein an die embryonalen Ver-

hältnisse erinnerndes Verhalten der Ganglien der Cheliceren. Daß dieses Verhalten jedoch kein ursprüngliches und vererbtes, sondern erst ein nachträglich durch Anpassung erworbenes ist, läßt sich aus der veränderten Lage des Gehirnganglienpaares folgern. Bei der starken Konzentration und Kontraktion, welche der Körper der Phalangiden erkennen läßt, wurden durch den Druck der angrenzenden Organe die Gehirnganglien aus ihrer Lage über dem Schlunde vor denselben gedrängt und liegen somit nicht mehr, wie bei den übrigen Gruppen, schräg über, sondern vor dem unteren Thorakalknoten. Die Ganglien der Cheliceren, welche in die Ösophagealkommissuren eingelagert sind, liegen infolgedessen in der horizontalen Verlängerung des unteren Thorakalknoten und die von ihnen entspringenden Nerven scheinen infolgedessen von dem unteren Thorakalknoten direkt zu entspringen. — Aber nicht nur die embryonale Anlage spricht dafür, daß das Ganglienpaar der Cheliceren dem Bauchmark zugerechnet werden muß, sondern auch die Befunde am Nervensystem des geschlechtsreifen Thieres widerstreiten dem nicht. — Wie SCHIMKEWITSCH (18, pag. 26) für Epeira dargethan hat, kann die Grenze zwischen dem oberen und dem unteren Teil des Nervensystemes ebensowohl vor als auch, — wie es bisher meist geschehen ist, — hinter das Ganglienpaar der Cheliceren verlegt werden. Das Neurilem, welches das Nervensystem einhüllt, senkt sich nämlich zwischen den einzelnen Ganglien in den Knoten ein und bildet auf diese Weise deutliche, wenn auch unvollkommene Scheidewände. — Die Neurilemsepten finden sich nun sowohl vor als auch hinter dem Ganglienpaar der Cheliceren, und es liegt kein Grund vor, dieses Ganglienpaar als zu den Gehirnganglien gehörig aufzufassen. Vielmehr muß das Ganglienpaar der Cheliceren auf Grund der embryologischen Thatsachen als ein dem Bauchmark angehöriges Ganglienpaar aufgefaßt werden, welches durch Verschiebung den Schlundkommissuren eingelagert oder den Gehirnganglien angelagert worden ist und welches dem mandibularen Ganglienpaar der Myriapoden und Hexapoden homolog zu erachten ist. — Die Verschiebung und Verlagerung des Ganglienpaares der Cheliceren ist als eine Folge der Konzentration des Nervensystemes zu betrachten. — Die obere Partie des Nervensystemes der Arachniden ist demnach nicht homolog der gleichgelegenen Partie des Nervensystemes der übrigen Arthropoden und also auch nicht als oberer Schlundknoten schlechthin zu bezeichnen, da unter diesem Namen gewöhnlich eine Ganglienmasse verstanden wird, welche, wie bei

den Myriapoden, Hexapoden und Crustaceen die Augen und die Antennen, nicht aber die Augen und die Mandibeln versorgt. —

Für diese obere Partie des Nervensystemes der Arachniden dürfte sich daher vielleicht zur Unterscheidung die Bezeichnung „oberer Thorakalknoten" empfehlen. — Mit der Thatsache, daß die Ganglien der Cheliceren denjenigen der Mandibeln homolog zu erachten sind, fallen auch die von Blanchard (23, pag. 1385) besonders betonten Unterschiede und Übereinstimmungen, welche sich bezüglich der gegenseitigen Lage der Augen- und Chelicerennerven einerseits und der Augen- und Antennennerven andererseits zwischen den Arachniden und den übrigen Arthropoden auffinden lassen. —

Unterscheidet sich nun auch das Nervensystem der Arachniden von demjenigen der meisten Arthropoden durch den Mangel der Antennennerven, — einen Mangel, welchen die Arachniden nur mit der eigentümlichen Gruppe der Limuliden oder Poecilopoden gemein haben, — so ergeben sich im allgemeinen doch mannigfache Übereinstimmungen, welche durch den Umstand eine Erklärung finden, daß das Nervensystem aller Arthropoden eine mehr oder weniger ausgeprägte segmentale Anlage und Vertheilung zeigt. Was zunächst die embryonale Anlage des Nervensystemes anlangt, so stimmen alle Arthropoden darin überein, daß sowohl die Gehirnganglien als auch das Bauchmark in Gestalt von Epiblastverdickungen angelegt werden. Während nun aber bei den Crustaceen die Anlagen der Gehirnganglien und des Bauchmarkes als ein kontinuierliches Gebilde auftreten (pag. 39), finden sich bei den Arachniden, ebenso wie bei den Myriapoden die Anlagen beider gänzlich getrennt und auch bei den Hexapoden (21, pag. 379) nur in losem Zusammenhang. — Die Arachniden schließen sich also bezüglich der Anlage des Nervensystemes den Myriapoden und Hexapoden an. — Betreffs der feineren Struktur und histologischen Zusammensetzung des Nervensystemes scheinen, wie Schimkewitsch (18, pag. 26) ausführt, dieselben Gesetze für alle Arthropoden zu gelten; nur die Limuliden scheinen auch hierin eine Ausnahmestellung einzunehmen, denn Packard (43, pag. 34) sagt ausdrücklich: „the internal structure of the brain of Limulus is constructed on a wholly different plan from that of any other arthropodous type known, so much so that it seems useless to attempt at present to homologize the different regions in the two types of brain." — Trotzdem hat Ray-Lankester (17, pag. 508) den Nachweis versucht, daß das Nervensystem der Limuliden und der Scorpionideen, — und damit auch dasjenige der Arach-

niden überhaupt, — im wesentlichen übereinstimmen. — Allerdings sind zwischen den Nervensystemen beider Gruppen mannigfache Ähnlichkeiten vorhanden. Sowohl den Arachniden wie den Limuliden fehlen die Antennennerven; — in beiden Gruppen sind im Gegensatz zu den Crustaceen die Schlundkommissuren sehr kurz; — die ersten Ganglienpaare des Bauchmarkes sind bei beiden Gruppen enger aneinander gelagert und bilden mit den Gehirnganglien einen engen Ring um den Ösophagus. — Doch stehen diesen Übereinstimmungen auch unterscheidende Charaktere gegenüber. Der Ösophagealring nimmt bei den Limuliden eine mehr horizontale Lage ein und die ihn zusammensetzenden Ganglienpaare, — sieben, wie Ray-Lankester (17, pag. 510), und nicht sechs, wie Packard (43, pag. 28) angibt, — sind nicht so eng aneinandergelagert wie bei den Arachniden und auch median durch längere Querkommissuren verbunden. — Auch der hintere Teil des Bauchmarkes läßt in beiden Gruppen Verschiedenheiten erkennen, welche sich allerdings, wie Ray-Lankester (17, pag. 512) anführt, aus der verschiedenartigen Gliederung der hinteren Körperregion erklären lassen würden.

Wie aus diesen Betrachtungen zur Genüge erhellt, läßt sich aus der größeren oder geringeren Übereinstimmung des Nervensystemes allein in den verschiedenen Abteilungen der Arthropoden nur sehr unvollkommen auf die näheren oder entfernteren Verwandtschaftsbeziehungen schließen, da das Nervensystem aller Arthropoden die ursprüngliche metamere Verteilung mehr oder weniger treu bewahrt hat und sich in allen Gruppen sowohl Formen des Nervensystemes finden, welche den ursprünglichen Charakter einer Ganglienkette bewahrt haben, als auch solche, welche einen sehr hohen Grad von Konzentration erkennen lassen. — Trotzdem kann als sicher angenommen werden, daß die Arachniden bezüglich des Nervensystemes den Myriapoden und Hexapoden näher stehen als den Crustaceen, daß sie aber auch mit den Limuliden viele Charaktere gemeinschaftlich haben.

Was über den Wert des Nervensystemes für die Erkenntnis der Verwandtschaftsbeziehungen der größeren Abteilungen der Arthropoden gesagt ist, gilt ebenfalls, wenn auch nicht in so ausgedehntem Maße, für die Abwägung der Verwandtschaftsverhältnisse der einzelnen, zu den Arachniden gestellten Gruppen. Wenn sich gleich die Formen des Nervensystemes von den Scorpionideen bis zu den Acarinen und Linguatuliden als einer organisch entwickelten Reihe angehörig darstellen lassen, so muß doch hervorgehoben

werden, daß die Tardigraden und Pycnogoniden Gestaltungen des Nervensystemes darbieten, welche weit vor den Ausgangspunkt dieser Reihe zu setzen wären. — Wie sich ferner die Tardigraden durch die einfache Struktur ihrer Ganglienknoten als sehr tief und unter den übrigen Gruppen stehend dokumentieren, so lassen die Pycnogoniden in dem succedanen, postembryonalen Auftreten der hinteren Ganglienpaare einen Unterschied erkennen, welcher sie von den Arachniden zu entfernen sehr wohl imstande ist. —

Litteratur.

20. Balfour, F. M.: „Notes on the development of the Araneina." Quart. Journ. of Micr. Sc. XX. 1880.
21. — —: „Handbuch der vergleichenden Embryologie." Jena. 1880.
22. Barrois, J.: „Recherches sur le développement des Araignées." Journ. de l'Anat. etc, Paris. 1877.
22a. — —: On the Development of the Chelifers." Ann. a. Mag. of Nat. Hist. XV. No. 86. London 1885.
23. Blanchard, E.: „Le genre Galéode." Extrait. Comptes rendus XXI. Paris 1845.
24. — —: Le genre Galéode." Ann. d. Sc. Nat. (3) VIII. Paris. 1847.
25. Brandt, J. F.: Recherches sur l'anatomie des Araignées." Ann. d. Sc. nat. (2). XIII. Paris 1840.
26. Croneberg, A.: „Über den Bau von Trombidium." Bull. de la société imp. d. nat. de Moscou. 1879.
27. Dohrn, A.: „Neue Untersuchungen über Pycnogoniden." Mittheil. d. zool. Station zu Neapel. 1879.
28. Doyère, M.: „Mémoire sur les Tardigrades." Ann. d. Sc. Nat. (2). XIV. Paris. 1840.
29. Dufour, L.: „Anatomie, physiologie et hist. nat. des Galéodes." (?)
30. Gegenbaur, C.: „Grundriß der vergleichenden Anatomie." Leipzig. 1878.
31. Greef, Rich.: „Das Nervensystem der Bärentierchen." Archiv f. mikr. Anatomie. I. 1865.
32. — —: Untersuchungen über den Bau und die Naturgeschichte der Bärentierchen." Arch. f. mikr. Anat. II. 1866.
33. Grube, E.: „Einige Resultate aus Untersuchungen über die Anatomie der Arachniden." Arch. f. Anat. 1842.
34. Hatscheck, B.: „Beiträge zur Entwicklung der Lepidopteren." Jenaische Zeitschrift. XI. 1877.
35. Hoek, C.: Report on the Pycnogonida." — The Voyage of H. M. S. Challenger. Zool. III. 1881.
36. Hoeven, J. van der: „Bydragen tot de kennis van het geslacht Phrynus." Tydschr. voor natuurl. Geschiedenis etc. IX. 1842.
37. Leydig, F.: „Über das Nervensystem der Afterspinne." Arch. f. Anat. und Physiol. 1862.
38. Metschnikoff, El.: „Embryologie des Scorpions." Leipzig 1870.

39. Metschnikoff, El.: „Embryologie des Chelifer." Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. XXI. 1871.
40. — —: „Embryologisches über Geophilus." Zeitschr. f. wissen. Zoologie. XXV. 1876.
41. Moseley, N. H.: „On the structure and development of Peripatus capensis." Philosoph. Transactions. Vol. 164. 1874.
42. Newport, G.: „On the structure, relation and development of the nervous system etc." Philosoph. Transaction. I. 1843.
43. Packard, A. S.: The anatomy, histology and embryology of Limulus." Boston 1880.
44. Rathke, H.: „Reisebemerkungen aus Taurien." Leipzig 1837.
45. Reichenbach, H.: „Die Embryonalanlage und erste Entwicklung des Flußkrebses." Zeitschr. f. wissen. Zoologie. XXIX. 1877.
46. Semper, C.: „Über Pycnogoniden u. s. w." Arbeiten d. zool.-zoot. Instit. zu Würzburg. 1874.
47. Treviranus, G. R.: „Über den inneren Bau der Arachniden." Schriften d. physik. medic. Societät zu Erlangen. I. 1812.
48. — —: Vermischte Schriften anatomischen und physiologischen Inhalts." I. Göttingen 1816.
49. Tulk, A.: „Upon the anatomy of Phalangium." Ann. and Magaz. of Nat. History. XII. London. 1843.
50. Zenker, W.: „Untersuchungen über Pycnogoniden." Arch. f. Anat., Physiol. etc. 1852.
50a. Nalepa, Alfr.: „Die Anatomie der Tyroglyphen." Ann. a. Mag. of N. H. (5) XIV. pag. 369—71.
50b. Zoolog. Jahresbericht f. 1884, d. zoolog. Station zu Neapel. II. Abteilung. pag. 82. —

II. Skelett und Gliedmafsen.

Skelett. Das Hautskelett der Arachniden ist wie dasjenige der übrigen Arthropoden ein Produkt des Integumentes. Das Integument läßt eine Zusammensetzung aus drei differenten Schichten deutlich erkennen. Dem Inneren des Körpers zugewandt findet sich, — wie Stecker (19, pag. 303) für Gibocellum, Schimkewitsch (18, pag. 8) für Epeira dargethan hat und wie ich für die Chernetiden (Chernes) bestätigen kann, — eine nur sehr schwach entwickelte, bindegewebliche Schicht, welche dem von Häckel bei Astacus beschriebenen Bindegewebshäutchen, wie der von Graber bei einigen Insekten aufgefundenen Cuticula interna homolog zu erachten ist. — Über dieser dünnen, innersten Schicht lagert die zellige Hypodermis oder das Chitinogengewebe, welches sehr verschieden modifiziert auftritt. — Bald erscheint es als eine zusammenhängende, protoplasmatische Masse mit zerstreut eingelagerten Kernen (66, Fig. 6, pag. 384), bald tritt es als ein Netz feiner

Protoplasmastränge auf, in dessen Knotenpunkten dann meist die Kerne eingelagert sind (Epeira und a.), bald zeigt es sich als ein aus zylindrischen Zellen zusammengesetztes Epithel (18, pag. 8). Diese zellige Schicht, in welcher auch das Pigment angehäuft ist, giebt der die gesamte Körperoberfläche überziehenden, chitinösen Cuticula den Ursprung. Bei jeder Häutung abgeworfen und auf Kosten der Matrix erneuert, zeigt die Chitinhaut ihrer Entstehung gemäß einen lamellaren Bau, oft auch eine schärfere Sonderung in mehreren Lagen, welche je nach ihrer Struktur (59, pag. 562), ihrer Färbung (18, pag. 6), oder ihrem Verhalten chemischen Reagentien gegenüber (18, pag. 6; 35, pag. 101) Verschiedenheiten aufweisen. Von engeren und weiteren Porenkanälen durchsetzt, deren Vorhandensein zuerst von Leydig (66, pag. 381) konstatiert und von zahlreichen anderen Forschern bestätigt worden ist, trägt die Chitinhaut die mannigfachsten Epidermoidalgebilde, wie Haare, Borsten, Stacheln, Warzen, Schuppen u. s. w., und zeigt an ihrer Oberfläche oft eine zierliche, wellenförmige (Araneiden) oder auch zellige Zeichnung (19, pag. 302). — Sowohl qualitativ wie quantitativ sehr verschieden entwickelt, bildet die Chitinhaut zuweilen einen weichen, nachgiebigen Überzug mancher Körperteile (Abdomen der Araneiden) und eine geschmeidige Verbindung der einzelnen, beweglich miteinander verbundenen Körperteile, während sie auf denselben meist zu einem festen, äußeren Skelett erstarrt, welches von dem zarten Hautgerüst vieler Acarinen und Tardigraden sowie dem glasartig spröden Körperüberzug der Oribatiden (Acarinen) bis zu dem widerstandsfähigen Panzer der Pedipalpen und der Scorpionideen alle Grade der Ausbildung erkennen läßt.

Schon Newport in seiner Monographie der Chilopoden (69, pag. 270) betont nachdrücklich den hohen Wert, welcher dem Chitinskelett und dem Bewegungsapparat für die Erkenntnis von Relationen beizumessen ist. Namentlich sind es, wie Abendroth (1, pag. 6) konstatiert, zwei Punkte, welche bei einer Vergleichung des Hautskelettes das Interesse fesseln. Vor allem ist es „die äußere Bildungsverschiedenheit in der mehr oder weniger ausgesprochenen Tendenz, Segmente zu bilden,“ welche hierbei in Betracht kommt, und in zweiter Linie „das Verhältnis des Hautskelettes zu den innern Organen“, welches zu berücksichtigen ist. In letzterem Falle ist es namentlich das Muskelsystem, welches durch seine innigen Beziehungen zum Hautskelett mannigfache Differenzierungen desselben veranlaßt, welche sich bis zur Entwicklung eines sogenannten „inneren Skelettes“ steigern können.

Daher erscheint es auch angemessen, diese Bildungen im Anschluß an eine Vergleichung des Muskelsystemes zu betrachten.

Bezüglich der äußeren Gliederung des Hautskelettes finden sich die mannigfachsten Verhältnisse. Wie der Körper aller Articulaten zeigt auch derjenige der Arachniden eine metamere Zusammensetzung, welche, wie CARUS (53, pag. 72) ausführt, in der Segmentierung des Hautskelettes ihren natürlichen Ausdruck findet, ebenso wie in der Gliederung des Muskelsystemes und in der Anlage und Verteilung des Nervensystemes. — Die in der ersten Anlage sehr gleichartigen Metameren waren bei einer älteren Arthropodengruppe mit je einem Ganglienpaar und je einem Anhangspaar ausgestattet, wie die Anlage des Nervensystemes und das vorübergehende Auftreten abdominaler Gliedmaßenanlagen während der embryonalen Entwicklung vermuten läßt. — Daß diese abdominalen, provisorischen Gliedmaßen nicht an allen abdominalen Segmenten auftreten, wie auch der Umstand, daß gewisse Gruppen embryonaler Segmente, zumal diejenigen, welche die spätere Kopfbrustregion und das Abdomen repräsentieren, schon frühzeitig gewisse Unterschiede erkennen lassen, muß auf Vererbung von einer älteren Arachnidengruppe zurückgeführt werden. Diese ältere Gruppe muß demnach eine, wenn auch schon beschränkte, so doch jedenfalls größere Anzahl von Gliedmaßenpaaren besessen haben, deren Summe zum mindesten eben so groß war, als diejenige der bei den rezenten Arachniden dauernd verbleibenden und provisorischen Anhangspaare zusammen beträgt; auch müssen die Segmente dieser älteren Gruppe schon eine gewisse Verschiedenheit dargeboten haben, je nach den Körperregionen, welche sie zusammensetzten. — Diese Heteronomität der Segmentbildung veranlaßte bei fortschreitender Entwicklung die Entstehung der bei der Mehrzahl der Arachniden scharf charakterisierten größeren Körperabschnitte, welche, verglichen mit denjenigen der übrigen Arthropoden, verschiedene Deutungen erfahren haben. — Da den Arachniden ein dem Kopf der Myriapoden und Hexapoden vergleichbarer, gesonderter Körperabschnitt meist fehlt, sah man sich veranlaßt, von einem Eingehen und einer Reduktion des Arachnidenkopfes zu sprechen, und stellte als besonders charakteristisch für diese Gruppe das Vorhandensein zweier grösseren Körperabschnitte hin: eines die Gliedmaßen tragenden Thorax (Cephalothorax) und eines fußlosen Abdomens (9, pag. 537; — 4, pag. 642). Da jedoch diese Regionen nicht am Körper aller Gruppen als so charakteristisch differenzierte auftreten, wur-

den etwaige Abweichungen durch die Annahme einer allmählichen Reduktion des Hinterleibes zu erklären versucht. — Nach einer anderen Auffassung, als deren Hauptvertreter Ray-Lankester zu nennen ist, wäre bei einer älteren Arachnidengruppe eine Sonderung des Körpers in drei morphologisch verschiedene Abschnitte anzunehmen, welche als Prosoma, Mesosoma und Metasoma bezeichnet werden und einem Cephalothorax, einem Präabdomen und einem Postabdomen entsprechen würden (17, pag. 644), und wären abweichende Verhältnisse als durch Degeneration entstanden zu erachten.

Die Zahl der embryonalen Segmente ist in den verschiedenen Gruppen der Arachniden sehr verschieden, wie ja auch die Zahl der am erwachsenen Tier erkennbaren Körperringe eine sehr mannigfaltige, wenn auch für die einzelnen Gruppen im allgemeinen konstante ist. Der vordere Teil der embryonalen Anlage oder der Bauchplatte wird von einem anfänglich abgerundeten, später deutlich zweiteiligen Lappen eingenommen, dem Kopf- oder Scheitellappen (capuchon céphalique; lobe procéphalique; praeoral lobe), an welchem sich nie Anhänge entwickeln, während an demselben bei den Crustaceen, Protracheaten, Myriapoden und Hexapoden die Antennen entstehen. Der hintere Teil der embryonalen Anlage wird nach Claparède (54) durch eine kleine Verdickung, den Schwanzlappen (capuchon anal; caudal lobe) oder die Schwanzkappe fixiert. Die gegenteilige Behauptung Balbiani's (52, pag. 71), daß nämlich zu der Zeit, als die ersten sechs embryonalen Rumpfsegmente erscheinen, noch keine Spur dieser Schwanzkappe vorhanden sei, wurde von Balfour (20, pag. 7) dahin berichtigt, daß, wenn auch nicht gleichzeitig mit dem Scheitellappen, so doch bedeutend früher, als Balbiani angiebt, der Analteil auftritt. Zwischen diese beiden Grenzabschnitte schieben sich die übrigen, den Embryo zusammensetzenden Segmente ein. Nach den Beobachtungen Claparède's (54) und Metschnikoff's (38) zeigt die Schwanzkappe selbst später einen Zerfall in Segmente, welchen Vorgang auch Balfour (20, pag. 9) mit den Worten bestätigt: these fresh segments have been formed by the continued segmentation of the anal lobe" . . . Die Segmente entstehen im allgemeinen von vorn nach hinten und werden vor dem Erscheinen der Gliedmaßen differenziert. Nur bei Chelifer hat Metschnikoff (39) ein abweichendes Verhalten konstatiert, insofern als erst die Körperanhänge erscheinen und später erst die teilweise Segmentierung des Embryonen eintritt. Eine genügende Erklärung für dieses abweichende und außergewöhnliche Verhalten ist nur darin zu

finden, daß, wie Barrois (22a, pag. 152) angiebt, die Larven des Chelifer als Parasiten auf dem Leibe der Mutter bis zur vollständigen Ausbildung leben und eine eigentümliche Metamorphose erleiden, welche als eine durch Anpassung an die Lebensbedingungen erworbene aufzufassen ist.

Zwischen den beiden Grenzabschnitten der embryonalen Anlage werden im allgemeinen zuerst sechs Segmente sichtbar, über deren Abstammung und succedanes Auftreten die Ansichten geteilt sind. Doch ist es sicher, daß das erste, d. h. das vorderste, dieser sechs Segmente im allgemeinen später erscheint und nur sehr undeutlich von dem Scheitellappen abgesetzt ist, wenn auch für die Auffassung Balbiani's (52, pag. 73): „en effet, ce zonite est le seul qui se forme aux dépens de la portion céphalique" weitere Bestätigungen abzuwarten sind. Diese sechs Segmente sind diejenigen, an welchen bei allen Arachniden von den Scorpionideen bis zu den Acarinen sechs bleibende Extremitätenpaare angelegt werden, und welche mit dem Scheitellappen zusammen die vordere Körperregion oder die Kopfbrust des erwachsenen Tieres repräsentieren [1]). Die Zahl der hinter diesen sieben thorakalen Segmenten succedan erscheinenden abdominalen Segmente ist zwar für die einzelnen Gruppen sehr verschieden, doch läßt sich von den Scorpionideen bis zu den Acarinen eine absteigende Reihe verfolgen, und nur die Tardigraden und die Pycnogoniden nehmen einen etwas abseits derselben gelegenen Platz ein.

Bei den Scorpionideen verschmelzen die in der embryonalen Anlage gesonderten sieben vorderen Körpersegmente im weiteren Verlauf der Entwicklung zu einer kompakten Kopfbrust. Der dorsalen Partie derselben, welche aus dem breiten, die Augen tragenden Rückenschild besteht, entspricht ventral eine kleine, pentagonale Brustplatte (Sternum). Zwischen beiden sind vorne und seitlich die sechs Extremitätenpaare eingelenkt. Hinter diesen sieben thorakalen Segmenten werden nach Metschnikoff (38) noch dreizehn abdominale angelegt, von denen sechs auf das Postabdomen oder den Schwanz entfallen — wenn nämlich der Giftstachel als ein Segment betrachtet wird. Gegen diese Auffassung, für welche auch Joyeux-Laffuie (62, pag. 558) eintritt, läßt sich

1) Der Scheitellappen ist hier als erstes embryonales Segment aufgefaßt, ohne zu erörtern, ob derselbe ursprünglich als aus mehreren Segmenten zusammengesetzt zu betrachten ist. Die Kopfbrustregion besteht demnach aus sieben Segmenten, wie auch Balbiani (51, pag. 10) angiebt.

einwenden, daß die Lage des Afters für alle Articulaten konstant ist, nämlich auf dem letzten Segment, wenn nicht durch außergewöhnliche Umstände eine Umlagerung erfolgt ist. Demnach würde der Giftstachel der Scorpionideen nur als ein abgegliederter Anhang dieses letzten, den After tragenden Segmentes zu betrachten sein, wie ihn auch Ray-Lankester (17, pag. 514) auffaßt; — als ein Anhang, vergleichbar dem fadenförmigen, gegliederten Schwanzanhang der Telyphoniden, dessen einzelne Glieder wohl kaum als Segmente gedeutet werden dürften. Demnach wären also bei den Scorpionideen nur zwölf abdominale Segmente vorhanden, welche auch bei dem erwachsenen Tier als getrennte Körperringe wenigstens dorsal deutlich zu erkennen sind. Die vorderen sieben abdominalen Segmente sind als ein breites Präabdomen von dem aus fünf engen Ringen und dem Giftstachel bestehenden Postabdomen schon am Embryo deutlich abgesetzt. Das Postabdomen ist bei dem Embryo unter die Bauchfläche geschlagen und nach vorn gerichtet, während es von dem erwachsenen Tier über der Rückenfläche nach vorn umgeschlagen getragen wird. Während sich am Embryo der dorsale und ventrale Bogen jedes Segmentes gegenüberliegen, findet sich an dem erwachsenen Tier diese gegenseitige Lage an einigen Segmenten ein wenig verändert; namentlich sind die Sternalteile des achten und neunten Körpersegmentes, also des ersten und zweiten Abdominalsegmentes, weit nach vorn verschoben; der Sternalteil des ersteren trägt die Genitalöffnung, der des letzteren die als Kämme bekannten eigentümlichen Organe.

Die Pedipalpen, über deren embryonale Entwicklung keine eingehende Untersuchungen bisher angestellt worden sind, ähneln zum Teil in ihrer äußeren Erscheinung den Scorpionideen. Der ungegliederte Cephalothorax, aus einem großen Rückenschild und einer kleineren (Telyphonus) oder größeren (Phrynus) Brustplatte bestehend, trägt die Augen und sechs Extremitätenpaare, ist also demnach, wie bei den Scorpionideen, als aus sieben embryonalen Segmenten verschmolzen anzusehen. Die diesem Kopfbrustteil folgende Körperregion, welche keine Anhangspaare trägt, ist bei Telyphonus aus zwölf, bei Phrynus dagegen nur aus elf Ringen zusammengesetzt. Während bei den Telyphoniden die drei letzten dieser abdominalen Segmente in Gestalt sehr enger Ringe von den neun vor ihnen liegenden abgesetzt sind und eine dem Postabdomen der Scorpionideen analoge Differenzierung repräsentieren, welcher auch der dem Giftstachel der Scorpionideen entsprechende

Afterfaden nicht fehlt, verjüngen sich die Abdominalsegmente der Phryniden allmählich nach hinten, in ähnlicher Weise, wie dies bei den Solpugiden der Fall ist. Die Sternalteile des achten und neunten Körpersegmentes sind nicht, wie bei den Scorpionideen nach vorn verlagert, sondern zu einer Platte verschmolzen, welche zentral die Genitalöffnung und an ihrem hinteren Rande ein Paar Stigmen trägt.

Die Solpugiden zeigen im Gegensatz zu den übrigen Gruppen eine ausgeprägte Gliederung auch des vorderen Körperabschnittes. Die Kopfbrust besteht aus drei hinteren Ringen, welche je ein Gliedmaßenpaar tragen und dem fünften, sechsten und siebenten embryonalen Segment der übrigen Gruppen entsprechen und einen vorderen Teil, welcher zwar mit dem ersten Ring innig verbunden, aber, sich nach vorne verbreiternd, kopfartig emporgewölbt ist und oben die Augen, vorn und seitlich drei Anhangspaare trägt, also als aus vier Segmenten verschmolzen zu betrachten ist. Die von dem Kopfbrustteil durch eine Einschnürung schärfer abgesezte hintere Körperregion ist aus zehn Ringen zusammengesezt, welche sich allmählich nach hinten verjüngen. Der erste derselben trägt ventral die Genitalöffnung, der letzte zentral die Afterspalte.

Der Körper der Chernetiden läßt ebenfalls eine Sonderung in eine vordere und eine hintere Region deutlich erkennen, obgleich das Abdomen dem Kopfbrustteil in seiner ganzen Breite ansitzt. Der Cephalothorax besteht aus einem Rückenschild, welches durch zwei, bei Obisium und Chthonius nur schwach angedeutete Furchen in drei hinter einander liegende Abschnitte zerlegt wird, deren vorderer die Augen trägt, sofern dieselben nicht, wie bei Chernes, rückgebildet sind, und einem Sternalteil, welcher mit den Hypopodien der vier hinteren Extremitätenpaare verwachsen ist. Vorne zwischen beiden Teilen der Kopfbrust liegen das erste und zweite Gliedmaßenpaar, so daß auch hier eine Zusammensetzung der Kopfbrust aus sieben embryonalen Segmenten angenommen werden muß. Der Hinterleib besteht bei der Mehrzahl der Chernetiden aus elf Ringen, bei der Gattung Cheiridium jedoch nur aus zehn Ringen. Doch ist es wahrscheinlich, daß bei letzterer zwei Hinterleibsringe zu einem einzigen verschmolzen sind, zumal bei Cheiridium nur ein Stigmenpaar vorhanden ist, während die übrigen Chernetiden deren zwei aufweisen. Die zu einer dreieckigen Platte verschmolzenen Sternalteile des achten und neunten Körpersegmentes tragen die Geni-

talöffnungen und entweder vor (Chelifer; Cheiridium; Chernes) oder hinter derselben (Obisium; Chthonius) eine Anzahl Spinnröhren. Der letzte Ring trägt die quergestellte Afterspalte. Während an dem erwachsenen Tier keine Spur einer Differenzierung des Hinterleibes in zwei morphologisch verschiedene Regionen zu erkennen ist, tritt während der letzten Stadien der embryonalen Entwicklung bei Chelifer (39) ein auf den Bauch zurückgekrümmter Schwanz auf, welcher sich während der ersten Larvenstadien noch verlängert, im weiteren Verlaufe der Entwicklung jedoch schwindet und von Metschnikoff als ein provisorisches Postabdomen bezeichnet worden ist. Die Segmentbildung beginnt, wie schon oben betont wurde, erst während der letzten Stadien der Metamorphose und nach dem Erscheinen der Gliedmaßen, zeigt also ein ganz abweichendes Verhalten. Die Gründe für diese Abweichung sind wohl auch in der eigentümlichen Metamorphose zu suchen, welche die Cheliferlarven durchlaufen, und es bleibt abzuwarten, ob auch die übrigen Chernetiden derartige Abweichungen und eine ähnliche Entwicklung aufweisen. Die Angaben Metschnikoff's bezüglich der Segmentierung der Cheliferlarven, — so wichtig und dankenswert sie im allgemeinen sind, — bedürfen doch noch mancher Ergänzung. Die thorakale Region bleibt nach Metschnikoff gänzlich ungegliedert, am Abdomen dagegen tritt ein Zerfall in sieben Segmente ein, während doch am erwachsenen Tier nicht nur elf Hinterleibsringe vorhanden sind, sondern auch die thorakale Region in den zwei dorsalen Querfurchen Überreste einer Gliederung erkennen läßt.

Die Cyphophthalmiden scheinen bezüglich ihrer äußeren Gestalt zwischen den Chernetiden und den Phalangiden zu stehen. Dem ungegliederten Cephalothorax, welcher die Augen und sechs Extremitätenpaare trägt, — demnach als aus sieben embryonalen Segmenten verschmolzen zu betrachten ist — sitzt das deutlich achtringelige Abdomen in seiner ganzen Breite an. Auf dem Sternalteil des ersten Hinterleibsringes, also des achten Körpersegmentes, liegt die Geschlechtsöffnung, entweder zentral (Gibocellum), wie bei den Chernetiden, oder am vorderen Rande (Cyphophthalmus), wie bei den Phalangiden. Die Tracheen münden entweder mit zwei Paar Stigmen ventral auf dem neunten und zehnten Körpersegment (Gibocellum), wie bei der Mehrzahl der Chernetiden, oder nur mit einem Stigmenpaar auf dem neunten Segment (Cyphophthalmus), ähnlich wie bei den Phalangiden. Endlich finden sich bei Gibocellum, wie bei den Chernetiden, an dem hinteren

Rand des achten oder dem vorderen Rand des neunten Körpersegmentes Spinnröhrchen, welche bei Cyphophthalmus zu fehlen scheinen. Das Endsegment, das fünfzehnte Körpersegment, trägt ventral die Analöffnung.

An dem Körper der Phalangiden ist die Grenze zwischen einem vorderen und einem hinteren Körperabschnitt nur sehr schwach ausgeprägt, da das Abdomen nicht nur dem Kopfbrustteil in seiner ganzen Breite ansitzt, sondern auch sich ventral zwischen den Hüftgliedern der letzten Extremitätenpaare weit nach vorn erstreckt, so daß TULK (49, pag. 163) diesen ventralen Abschnitt des Abdomens als ein zu dem Thorax gehöriges Sternum beschreibt, welches „bloß als eine Verlängerung der vorderen Bogen des Abdomens erscheint." Der Cephalothorax besteht aus dem ungegliederten Rückenschild, welcher die Augen trägt, und einem schmalen Sternalteil, welcher sich brückenartig zwischen den Coxalgliedern des dritten Extremitätenpaares hinzieht, und welchem vorne die Unterlippe angefügt ist (49, pag. 162; Fig. 13). Zwischen diesen beiden Stücken der Kopfbrust sind vorne und seitlich die sechs Extremitätenpaare eingelenkt. Wenn BALBIANI (51, pag. 9) an einem Embryo von Opilio phalangium eine Zusammensetzung der Kopfbrust aus nur vier Ringen beobachtete, deren erster die Augen und drei Paare Gliedmaßen trug, während jeder der folgenden mit je einem Gliedmaßenpaar versehen war, so ist dieser Befund dem Umstand zuzuschreiben, daß BALBIANI nur sehr späte Embryonalstadien zur Hand waren, denn, wie er selbst sagt (51, pag. 10): il est très-probable que le nombre des zonites entrant dans la constitution du tronçon antérieur du corps du Phalangium est, virtuellement du moins, plus grand que celui indiqué . . . et il resulte, que le cephalothorax des Araignées est originalement composé de six segments primordiaux, et en y comprenant le rudiment crânien de l'embryon, on obtient en tout sept segments." Trotzdem ist dieser Befund äußerst interessant und wichtig, denn er zeigt, daß die Phalangiden auf einem gewissen embryonalen Stadium eine Gliederung der Kopfbrust aufweisen, welche die Solpugiden (pag. 67) dauernd darbieten, daß sie also in ihrer Entwicklung einen solpugidenähnlichen Zustand durchlaufen. Der Hinterleib der Phalangiden, — über die embryonalen Verhältnisse desselben liegen keine näheren Angaben vor, — zeigt nur schwache Spuren einer Segmentierung. TULK (49, pag. 163) zählte bei Opilio phalangium dorsal zehn, ventral nur fünf durch Querfurchen getrennte Bogen, zu denen jedoch das von ihm zum

Thorax gerechnete Sternum hinzukommt. Das letztere repräsentiert augenscheinlich die verschmolzenen Sternalbogen der vorderen fünf dorsalen Bogen und trägt an seinem vorderen Rande die Genitalöffnung. In den Verwachsungsfalten der Kopfbrust und des Hinterleibes liegt jederseits von der Geschlechtsöffnung ein Stigma. Das ein wenig ventral gerückte Endsegment trägt den After. Eine Sonderung der Abdominalregion in zwei morphologisch verschiedene Abschnitte findet sich, wie METSCHNIKOFF (39, pag. 520) hervorhebt, auch während der embryonalen Entwicklung nicht.

Die Araneiden zeigen deutlich eine Sonderung des Körpers in zwei, durch eine tiefe Einschnürung scharf getrennte Regionen. Der ungegliederte Cephalothorax, welcher sich aus sieben embryonalen Segmenten zusammensetzt, besteht aus dem größeren Brustrücken, welcher die Augen trägt, und dem kleineren, polygonalen Brustschild oder Sternum. Zwischen beiden Teilen der Kopfbrust sind vorn und seitlich die sechs Extremitätenpaare eingelenkt. Das sackförmige, weichhäutige Abdomen des erwachsenen Tieres zeigt keine Spur einer Gliederung, doch sind während der embryonalen Entwicklung die dasselbe zusammensetzenden Segmente deutlich geschieden. Die Angaben CLAPARÈDE's (54), daß bei Pholcus, Epeira u. a. hinter den thorakalen Segmenten noch acht, bei Clubiona dagegen nur sieben abdominale Segmente angelegt würden, wurden durch die Untersuchungen von BARROIS (21) und von BALFOUR (20) berichtigt und ergänzt. Demnach werden hinter dem letzten thorakalen Segment, welches das sechste bleibende Extremitätenpaar trägt, weitere zehn Segmente mit Einschluß der Analkappe sichtbar. — Diese zehn abdominalen Embryonalsegmente zerfallen nach BARROIS (22, pag. 539) in zwei Gruppen. Die vordere dieser Gruppen, aus sechs Segmenten bestehend, ist dem Präabdomen der Scorpionideen morphologisch gleich zu setzen, während die hintere Gruppe, aus vier sehr schmalen Segmenten bestehend, dem Postabdomen derselben entsprechen würde. Zugleich glaubt BARROIS (22, pag. 540) aus dem Zerfall des Sternalbogens des Analsegmentes eines Epeiridenembryonen in drei hintereinanderliegende Bögen schließen zu müssen, daß das ganze Analsegment ursprünglich drei Segmenten entspricht, wenn auch der dorsale Bogen desselben keine Spur einer Gliederung erkennen läßt. Es würden also dann bei den Epeiriden — und bei den Araneiden überhaupt — zwölf abdominale Segmente vorhanden sein, also eine gleiche Zahl, wie sie die Scorpionideen aufweisen; nur würden bei den Araneiden die drei

letzten Segmente schon am Embryo zu einem einzigen verschmolzen sein. — Zur Unterstützung seiner Annahme führt Barrois die von Claparède erwähnte Thatsache (45, pag. 24, Fig. 12) an, daß bei Pholcus die Schwanzkappe in drei Segmente zerfällt, ohne zu berücksichtigen, daß die Schwanzkappe Claparède's nicht seinem Analsegment allein, sondern den drei letzten Segmenten zusammen entspricht. Wenn daher auch für diese Beobachtung Barrois' und den daraus gefolgerten Schluß weitere Bestätigungen abzuwarten sind, so darf doch als sicher angenommen werden, daß von den zehn abdominalen Embryonalsegmenten der Araneiden die vier letzten eine dem Postabdomen der Scorpionideen entsprechende Bildung repräsentieren. An der Basis des Abdomens findet sich ventral die Genitalöffnung, am hinteren Ende, ein wenig auf die Bauchfläche gerückt die Afterspalte und vor dieser die Spinnwarzen.

Der Körper der Acarinen läßt nur selten irgend welche deutliche Gliederung erkennen, so daß immer eine Verschmelzung von Kopf, Thorax und Abdomen angenommen worden ist. Der Einwand Abendroth's (1, pag. 9), daß von einer Verschmelzung keine Rede sein könne, da ja keine ursprüngliche Sonderung nachzuweisen sei, wird durch die Beobachtungen Claparède's (55) und Henking's (59) entkräftet. Wie Claparède für Atax Bonzi (55, pag. 453), Tyroglyphus Sirio (pag. 412), und Myobia musculi (pag. 526), Henking für Trombidium fuliginosum (59, pag. 632) konstatierte, stimmt die embryonale Anlage dieser Acarinen mit derjenigen der übrigen Arachniden in den Hauptpunkten überein. Die Bauchplatte mit je einer Verdickung am Kopf und Schwanzpol (Scheitellappen und Schwanzkappe) wird durch Quereinschnürungen undeutlich segmentiert, und zwar treten bei Myobia musculi (55, pag. 526) außer dem Scheitellappen fünf thorakale Segmente auf, welche je eine Gliedmaßenpaaranlage tragen. Hinter diesen liegt noch ein sechstes Segment, welches sich später wenigstens in zwei teilt, deren vorderes dem siebenten, thorakalen Segment der übrigen Arachniden entspricht, an welchem, wie Henking (59, pag. 652) gezeigt hat, erst während der postembryonalen Entwicklung das sechste Extremitätenpaar auftritt, während das hintere Teilsegment an der Bildung des Abdomens Teil nimmt. Bei anderen Acarinen entstehen hinter den thorakalen Segmenten noch eine größere Anzahl abdominaler Segmente, so beobachtete Michael (59, pag. 632) am Abdomen der Oribatiden Spuren einer deutlichen Gliederung und Henking (59, pag.

632) konstatierte bei der Larve von Trombidium fuliginosum „nach der Zahl der Borstenreihen sechs abdominale Segmente, welche durch Verkürzung ihrer ventralen Abschnitte zum Teil eine Verschiebung auf die Bauchfläche des Tieres erfahren“. Bei Tyroglyphus Sirio beobachtete Claparède, daß sich nach der Anlage der fünf vorderen Extremitätenpaare das Vorderende der Embryonalanlage durch drei Furchen gliederte, von denen nur diejenige zwischen dem vierten und fünften Extremitätenpaar, — dem zweiten und dritten Beinpaar, — persistiert. Dieser Umstand, daß an dem Embryo drei solcher Furchen gleichzeitig und gleichwertig auftreten, spricht gegen die Annahme Haller's (8, pag. 384), daß die eine dieser Furchen, die sogenannte Rückenfurche, welche allerdings bei vielen Acarinen persistiert, als Grenze zwischen der Kopfbrust und dem Abdomen angesehen werden müsse. Auch die Beobachtung Henking's, daß die Larve von Trombidium fuliginosum einen aus sechs — mit dem Scheitellappen aus sieben — Segmenten zusammengesetzten Kopfbrustteil erkennen läßt, spricht gegen die vollständig willkürliche Annahme Haller's. Ferner ist auch bei vielen Acarinen, z. B. Ixodes, der die Gliedmaßen tragende Cephalothorax deutlich von dem sackförmigen Abdomen abgesetzt; und auch der Umstand, daß bei den Sarcopten der hinter dem vierten Beinpaar, d. h. dem sechsten Extremitätenpaar, gelegene Körperabschnitt „nicht deutlich abgeschnürt ist oder eine undeutliche Abschnürung doch ohne Einfluß auf die innere Anatomie bleibt“, scheint kein genügender Grund, um die von Robin und Ehler's verfochtene Deutung dieses Abschnittes als Abdomen zu wiederlegen, zumal Henking (59, pag. 633) ausdrücklich bemerkt, daß bei der Larve von Trombidium gerade hinter dem Segment, an welchem das sechste Extremitätenpaar postembryonal auftritt, eine sehr starke Einschnürung des Lebermagens konstatiert werden kann. Daß bei einer so starken Verkürzung des Hinterleibes, wie sie bei den Sarcopten konstatiert werden muß, auch eine starke Verlagerung der ursprünglich in demselben gelagerten Organe stattgehabt hat, ist nicht zu verkennen und es kann daher auch der Einfluß der Grenzlinie zwischen Cephalothorax und Abdomen auf die inneren Teile kein scharf ausgeprägter sein. Ebenso scheint es ungerechtfertigt, aus dem Umstande, daß „bei den Sarcopten die letzten Beinpaare fast — also doch nicht gänzlich — am hinteren Körperende stehen“, zu folgern, daß den Sarcopten ein Abdomen überhaupt fehle, eine Folgerung, welche Abendroth (1, pag. 9) zwar nicht mit nackten Worten

ausspricht, welche sich aber zwischen den Zeilen lesen läßt. Auch die Lage der Genitalöffnung spricht gegen eine derartige Annahme; denn dieselbe liegt meist ventral hinter oder zwischen den Einlenkungsstellen des hintersten Extremitätenpaares, selten vor denselben und nur in einem einzigen Falle dorsal. Diese anormale Lage der Geschlechtsöffnung von Myobia musculi läßt sich als eine durch Anpassung an die Lebensbedingungen erworbene erkennen, wenn man bedenkt, daß diese Milben mit ihren Beinen an den Haaren festgeklammert im Pelz der Mäuse parasitisch leben und also der Akt der Begattung bei dorsaler Lage der Geschlechtsöffnung erleichtert wird. Der After findet sich stets am hinteren Körperende und etwas auf die Bauchfläche gerückt, welche Lage sich durch die von Henking konstatierte Verschiebung der Dorsalteile der hinteren Abdominalsegmente erklären läßt. An dem vorderen Körperteil der Acarinen findet sich häufig ein vorn die Mundöffnung tragender Abschnitt abgeschnürt, welchen Fürstenberg (1, pag. 9) als „Kopf“, Kramer (8, pag. 384) als „Kopfröhre“ bezeichnet hat. Diese Abschnürung ist wohl als eine sekundäre zu betrachten, welche durch die Umbildung der Mundteile veranlaßt wurde, und welche als analog der Rüsselbildung der Pycnogoniden aufgefaßt werden kann. Der hintere Körperteil, die Abdominalregion, zeigt an dem erwachsenen Tier nur selten Spuren irgend welcher Gliederung; falls eine solche vorhanden ist, muß sie wohl meist, wenn auch vielleicht nicht immer, als eine sekundäre gedeutet werden, und die Ringelung des Abdomens von Demodex folliculorum ist zweifelsohne erst durch Anpassung an die parasitische Lebensweise dieser Tiere in den Haarbälgen der Säugetiere erworben worden. Zwar beobachtete Kramer (65, pag. 179) auch bei einigen anderen Milben (Alycus roseus?, Tarsonemus) eine Segmentierung der hinteren Körperregion, doch sind diese Fälle allein nicht genügend, um über den phylogenetischen Wert dieser Gliederung eine Entscheidung zu gestatten, zumal auch Angaben über die embryonale Entwicklung dieser Formen dazu unumgänglich notwendig sind. Aus dem Zerfall des Panzers in hintereinander liegende Ringe oder Platten auf eine Gliederung des Körpers zu schließen, scheint zum mindesten gewagt, da die oft sehr komplizierte Metamorphose der Acarinen verändernd in diese Skelettbildung eingreifen muß. Die Kopfbrustregion der Acarinen würde demnach wie bei den übrigen Arachniden als aus sieben embryonalen Segmenten verschmolzen anzusehen sein, während der Hinterleib die verschiedensten

Grade der Ausbildung erkennen läßt. (Trombidium fuliginosum; — Myobia musculi).

Der langgestreckte, wurmähnliche Körper der Linquatuliden zeigt eine Ringelung, vergleichbar derjenigen von Demodex; eine Ringelung, welche als eine durch Anpassung an die endoparasitische, cestodenähnliche Lebensweise der Pentastomiden erworbene zu deuten ist. Das Auftreten zweier Gliedmaßenpaare während der embryonalen Entwicklung setzt den vorderen Körperabschnitt in einen gewissen Gegensatz zu der hinteren, anhangslosen Körperregion. Die Linquatuliden könnten ihrer Körperform nach als degenerierte Acarinen aufgefaßt werden, deren Entwicklung und Metamorphose stark modifiziert ist.

Bei den bisher betrachteten Gruppen gliedert sich der Körper stets, wenn auch nur vorübergehend, während der embryonalen Entwicklung in zwei morphologisch verschiedene Regionen, eine vordere Kopfbrustregion, welche die Augen und die Extremitäten trägt, und eine hintere Abdominalregion, welche im allgemeinen der paarigen Anhänge entbehrt.

Der Kopfbrustteil ist als aus sieben embryonalen Segmenten — mit Einschluß der Scheitellappen — zusammengesetzt zu betrachten und trägt sechs Gliedmaßenpaare, deren Zahl allerdings bei den Linquatuliden stark reduziert ist. Daß dieser Kopfbrustteil ursprünglich gegliedert war, dürfte wohl kaum bezweifelt werden, selbst dann nicht, wenn man mit Ray-Lankester limulidenähnliche Formen an den Ausgangspunkt der Arachnidenreihe stellt. Denn nicht nur bei den Chernetiden und namentlich den Solpugiden haben sich Reste dieser Gliederung erhalten, sondern auch die Phalangiden zeigen auf einem von Balbiani beschriebenen Embryonalstadium eine Gliederung der Kopfbrust, welche derjenigen der Solpugiden ähnelt. Oder sollte vielleicht anzunehmen sein, daß sich aus Arthropoden mit gegliederter Kopfbrust arachnidenähnliche Tiere mit ungegliedertem Cephalothorax und aus diesen wieder Arachniden mit gegliedertem Kopfbrustteil entwickelt haben? Während sich nun von dieser ursprünglichen Gliederung bei der Mehrzahl der Gruppen keine Spuren erhalten haben, — wenn nicht die mehr oder weniger deutlich abgesetzte, vordere Erhöhung, welche bei den Araneiden u. a. die Augen trägt, als abgegliederter Teil der Kopfbrust angesehen werden kann, — finden sich schwache Überreste dieser Gliederung bei den Chernetiden in Gestalt dorsaler Querfurchen; und bei den Solpugiden endlich hat sich diese Gliederung in ausgezeichneter Weise

erhalten. Daß diese Gliederung der Kopfbrust der Solpugiden von einer älteren Arachnidengruppe vererbt ist, läßt sich daraus sicher schließen, daß an dem Kopfbrustteil der Solpugiden zwei Stigmen persistieren, welche bei allen übrigen Arachniden als infolge der weitgehenden Verschmelzung der Kopfbrustteile rückgebildet betrachtet werden müssen. Auch der Umstand, daß die Solpugiden fast ausschließlich in ehemaligen Meeresbecken anzutreffen sind, läßt vermuten, daß sich in ihnen alte Formen erhalten haben, welche der Stammgruppe der Arachniden in vieler Beziehung sehr nahe stehen. Leider ist die Ontogenese der Solpugiden so gut wie unbekannt, und es lassen sich daher bezüglich der embryonalen Verhältnisse dieser Gruppe nur Vermutungen aufstellen. Doch dürfte es wahrscheinlich sein, daß auch das Abdomen der Solpugiden, wie dasjenige der Araneiden und Chernetiden, während der embryonalen Entwicklung eine Sonderung in ein Prä- und ein Postabdomen erkennen läßt und damit Verhältnisse aufweist, welche für die Stellung der Solpugiden oder ähnlicher Formen nahe dem Ausgangspunkt der Arachnidenreihe von fundamentaler Bedeutung wären. Die Abdominalregion trägt bei allen oben betrachteten Gruppen ventral an ihrer Basis die Geschlechtsöffnung, terminal die Afterspalte und zeigt bei der Mehrzahl der Gruppen eine mehr oder weniger ausgeprägte, oft nur provisorische Sonderung in zwei Abschnitte. Daß sich diese Differenzierung des Abdomens in ein Prä- und ein Postabdomen nur bei den Scorpionideen und Telyphoniden dauernd erhalten hat, bei den Araneiden und Chernetiden nur während der embryonalen Entwicklung in Erscheinung tritt und bei den Phalangiden und Acarinen endlich gar nicht mehr auftritt, rechtfertigt den Schluß, daß sich bei den Scorpionideen und Telyphoniden bezüglich der Gliederung der abdominalen Region ein ursprüngliches Verhalten erhalten hat, daß diese Gruppen also in Betreff der Gliederung des Hinterleibes der Stammgruppe der Arachniden näher stehen als die übrigen Gruppen. Warum sich diese Gliederung des Abdomens bei den Scorpionideen namentlich noch heute findet, läßt sich aus praktischen Gründen erklären. Die Scorpionideen besitzen in dem Anhang ihres Postabdomens eine Waffe, durch deren Handhabung ihre Existenz mehr oder weniger bedingt ist. Um aber diese Waffe möglichst geschickt gebrauchen zu können, muß der Teil des Abdomens, welcher dieselbe trägt, eine außerordentliche Beweglichkeit besitzen, eine Beweglichkeit, welche durch die reiche Gliederung und ringförmige Gestalt der Glieder in ausgezeich-

neter Weise ermöglicht wird. Bei den übrigen Gruppen finden sich statt der Giftdrüsen am hinteren Körperende solche in der Nähe des Mundes, also in einer Lage, welche bedeutende Vorteile gewährt. Denn nun braucht die Beute oder der Feind nicht erst mit den die Mundöffnung umgebenden Greiforganen gepackt und mit dem Schwanzstachel tötlich getroffen zu werden, wie bei den Scorpionideen, sondern beide Akte werden zugleich von den die Mundöffnung umgebenden Organen und den auf ihnen ausmündenden Giftdrüsen ausgeführt. Wurde nun mit der Verlagerung der Giftdrüsen der Schwanzanhang und damit auch die große Beweglichkeit des hintersten Körperabschnittes gegenstandslos, so mußte auch eine Reduktion desselben eintreten, zumal das lange Postabdomen die Bewegungen des Tieres selbst außerordentlich erschweren mußte. Auch die Verminderung der Zahl der abdominalen Segmente, welche sich von den Scorpionideen bis zu den Acarinen verfolgen läßt, ist aus diesen Gründen zu erklären. Das langgestreckte Abdomen erschwerte die Fortbewegung ungemein, da es fußlos war. Was war natürlicher, als daß allmählich eine Konzentration und eine Verkürzung dieses langgestreckten Körperteiles eintrat? Die Konzentration fand ihren Ausdruck in der allmählichen Verschmelzung mehrerer und endlich aller abdominalen Segmente, die Verkürzung dagegen sprach sich in der allmählichen Verminderung der Zahl derselben aus. Diese fortschreitende Degeneration der abdominalen Segmente läßt sich in einer ununterbrochenen Reihe von den Scorpionideen bis zu den Acarinen verfolgen, wie auch Ray-Lankester (17, pag. 644) gelegentlich der Besprechung der mutmaßlichen Vorfahren der Arachniden hervorhebt. Da nun aber die heute lebenden Repräsentanten der einzelnen Gruppen nur als die letzten Ausläufer langer Entwicklungsreihen betrachtet werden dürfen, so ist anzunehmen, daß sich weder die Gliederung der Kopfbrust bei den Solpugiden noch diejenige der Abdominalregion bei den Scorpionideen so typisch erhalten haben, wie sie einst bei einer älteren Arachnidengruppe auftraten; vielmehr ist vorauszusetzen, daß beide Charaktere im Laufe der Zeit mannigfache Modifikationen erlitten haben. Trotzdem würde sich ergeben, daß der Körper einer älteren Arachnidenform, welche bezüglich ihrer äußeren Gliederung sowohl den Solpugiden wie auch den Scorpionideen ähnelte, eine Sonderung in drei Regionen zeigte, welche dem Prosoma, Mesosoma und Metasoma Ray-Lankester's (17, pag. 642) entsprechen würden. Die erste Region, der Kopfbrustteil oder das Prosoma, war aus

sieben embryonalen Segmenten, wie noch jetzt bei allen Arachniden, zusammengesetzt, trug die Augen sowie sechs Gliedmaßenpaare und zeigte eine ähnliche Gliederung wie die Kopfbrust der Solpugiden. Die zweite Region, das Präabdomen oder Mesosoma, zeigte sich aus sechs Segmenten zusammengesetzt, deren erstes ventral die Genitalöffnung trug. Diese Summe ergiebt sich als wahrscheinlich, wenn erwogen wird, daß bei den Scorpionideen nur die sechs ersten Abdominalsegmente vorübergehend die Anlagen von Gliedmaßenpaaren aufweisen, und daß das siebente Abdominalsegment, welches gewöhnlich dem Präabdomen zugezählt wird, einen geschlossenen Ring bildet, ähnlich den folgenden postabdominalen Segmenten, und daß endlich bei den Araneiden die sechs vorderen abdominalen Embryonalsegmente als Präabdomen gekennzeichnet sind. Für die dritte Region, das Postabdomen oder Metasoma, würde sich dann eine Zusammensetzung aus sechs Segmenten ebenfalls ergeben, unter der Voraussetzung, daß die Zahl der abdominalen Segmente der Scorpionideen als eine ererbte angenommen wird. Das letzte dieser Segmente trug die Analöffnung und vielleicht einen abgegliederten Anhang.

Doch wie stellen sich die Pycnogoniden und die Tardigraden bezüglich ihrer äußeren Körperform und Gliederung zu jener Stammgruppe? — Der Körper der P y c n o g o n i d e n zeigt eine Gliederung in vier Ringe. — Der erste derselben trägt die Augen, — sofern dieselben nicht rückgebildet sind, — sowie vier Extremitätenpaare und zeigt an seinem vorderen Ende einen die Mundöffnung tragenden rüsselförmigen Anhang angefügt. Der zweite, dritte und vierte Ring sind mit je einem Gliedmaßenpaare versehen, und der letztere trägt terminal eine kleine konische Erhöhung mit der Analöffnung. Wenn nun die Pycnogoniden zu den Arachniden wirklich in näheren Beziehungen stehen, so müssen die drei vorderen Körperringe mit ihren sechs Extremitätenpaaren der Kopfbrustregion der Arachniden entsprechen, während der vierte Ring nebst seinem Anhang, dem Afterhügel, die abdominale Region repräsentieren würde. — Diese abdominale Region würde aber im Gegensatz zu derjenigen der übrigen Arachniden nicht fußlos sein, sondern ein wohl entwickeltes Anhangspaar tragen; ein Differenzpunkt, welcher allerdings nicht sehr stark ins Gewicht fällt, da sich auch auf den abdominalen Segmenten der Scorpionideen, Chernetiden und Araneiden vorübergehend während der embryonalen Entwicklung Anlagen paariger Extremitäten zeigen, — die Pycnogoniden also nur einen ursprünglicheren Zustand

insofern repräsentieren würden, als eines dieser Gliedmaßenpaare bei ihnen zur vollen Ausbildung gelangt. — Daß der dem vierten Ring ansitzende Afterhügel ursprünglich gegliedert war, geht daraus hervor, daß derselbe noch in einigen Fällen Spuren einer Gliederung aufweist. Bei Zetes zum Beispiel zeigt der Afterhügel deutlich eine Zweiteilung, und bei Rhynchothorax mediterraneus zerfällt derselbe durch sechs Querfurchen sogar in sieben Ringe (35.) — Es dürfte also die Annahme gerechtfertigt erscheinen, daß die Vorfahren der Pycnogoniden ein längeres, gegliedertes Abdomen besaßen, welches bei den heute lebenden Formen aus praktischen Gründen eine starke Rückbildung erlitten hat. — Damit würde sich auch die auffallende und abweichende Lage der Genitalöffnungen, sowie der Hauptmasse der Geschlechtsdrüsen überhaupt erklären lassen. — Die Geschlechtsdrüsen, deren „ursprüngliche Form eine U-förmige und deren ursprüngliche Lage im Abdomen über oder auch neben dem Darm war“ (35, pag. 146), wurden mit der Verkürzung des Abdomens gezwungen, sich in die Beine auszudehnen; und als endlich die Hauptmasse der Drüsen in die Beine gelagert war, entstanden sekundär hier die Mündungen derselben. — Ließe sich nun auch die äußere Körperform der Pycnogoniden von derjenigen jener älteren Arachnidenform ableiten, so verdient doch ein Umstand besonders hervorgehoben zu werden, welcher imstande ist, die Kluft zwischen Pycnogoniden und Arachniden zu erweitern. Es ist dies die von Dohrn (6, pag. 138) zuerst genau untersuchte und erkannte postembryonale Entwicklung und Metamorphose der Pycnogoniden. — Aber auch diese würde an sich kein genügender Grund sein, um die Annahme einer gemeinsamen Abstammung der Arachniden und Pycnogoniden zu widerlegen, zumal ja auch bei den Acarinen eine postembryonale Entwicklung des sechsten Extremitätenpaares statt hat. — Doch ist immer zu erwägen, daß bei den Acarinen das Segment, an welchem dieses Extremitätenpaar postembryonal auftritt, schon in der embryonalen Anlage vorhanden ist, während bei der Pycnogonidenlarve eine Sprossung der betreffenden Segmente stattfindet, ähnlich wie bei den Crustaceen. —

War an dem Körper der bisher betrachteten Gruppen eine starke Heteronomie der Segmente wahrzunehmen, so findet sich im Gegensatz dazu an dem Körper der Tardigraden eine gewisse Homonomie der ihn zusammensetzenden Segmente. — Nach Doyère (28, pag. 212) zerfällt der walzenförmige Körper der Tardigraden in sechs, — nicht, wie Abendroth (1, pag. 9) angiebt:

vier, — undeutlich gesonderte Ringe, welche durch Furchen und Falten scheinbar wieder in mehrere Abschnitte zerfallen. — Das erste Segment trägt die von Papillen umgebene Mundöffnung, das zweite die Augen. Beide Segmente zusammen wurden von Doyère im Gegensatz zu den vier folgenden Rumpfsegmenten als Kopf bezeichnet; eine Benennung, welche Abendroth nur um deswillen tadelt, weil „kein Ganglion supraösophageum vorhanden sei", welcher Einwand jedoch durch die Entdeckung Greef's hinfällig geworden ist. — Daß die zwei vorderen Segmente ursprünglich zwei Gliedmaßenpaare trugen und mit einem dritten, die Augen tragenden Kopfteil verschmolzen sind, sind Annahmen, welche schon bei Gelegenheit der Besprechung des Nervensystems erörtert worden sind, und welche nach Analogie der Arachniden, speziell der Acarinen, gemacht worden sind, für welche sich jedoch stichhaltige Gründe nicht anführen lassen, zumal auch die von Kaufmann (63) dargestellte embryonale Entwicklung keine Anhaltspunkte darbietet. Jedes der vier letzten Segmente trägt je ein Gliedmaßenpaar; das letzte derselben steht terminal am Körperende und faßt die Afteröffnung, welche zugleich zur Entleerung der Geschlechtsprodukte dient, zwischen sich. — Wenn nun auch bezüglich der Stellung des letzten Extremitätenpaares am hinteren Körperende darauf hingewiesen worden ist, daß sich bei manchen Acarinen (Sarcoptes) ein ähnliches Verhalten finde, und damit versucht worden ist, die Tardigraden und Acarinen in nähere Beziehungen zu einander zu bringen, so muß dagegen immer wieder betont werden, daß bei den Acarinen eine Verschiebung der abdominalen Segmente nach der Bauchfläche zu diese scheinbar terminale Stellung des letzten Beinpaares veranlaßt hat, daß also abdominale Segmente vorhanden sind, während bei den Tardigraden jede Spur derselben fehlt. — Die Homonomie der Körpersegmente, sowie die Vereinigung der Anal- und Geschlechtsöffnung scheiden die Acarinen und Tardigraden scharf und scheinen im Verein mit anderen Momenten darauf hinzudeuten, daß die Tardigraden die Ausläufer eines Zweiges des Articulatenstammes repräsentieren, welcher sich viel früher als derjenige der Arachniden und vielleicht der Arthropoden überhaupt abgezweigt hat. —

Gliedmafsen. Die Gliedmaßen der Arachniden, welche wie diejenigen der übrigen Arthropoden als Anhangsgebilde des Hautskelettes erscheinen, sind bei allen Gruppen mit Ausnahme der Pycnogoniden und der Tardigraden, welche auch bezüglich der Extremitätenpaare eine Sonderstellung einnehmen, wie auch mit

Ausschluß der Scorpionideen, deren Kämme als ein persistierendes abdominales Anhangspaar betrachtet werden dürfen, bei dem erwachsenen Tier auf die vordere Körperregion, die Kopfbrust, beschränkt und meist zu sechs Paaren vorhanden. Nur bei den Linquatuliden findet sich eine Verminderung der Zahl, sowie eine starke Rückbildung der Extremitätenpaare überhaupt, welche Verhältnisse auf die Anpassung an eine cestodenähnliche Lebensweise zurückgeführt werden können. —

Da nun von jeher die Anhangspaare der Arachniden mit denjenigen der übrigen Arthropoden, vorzüglich der Hexapoden, in Parallele gestellt worden sind, sich aber bei den letzteren einschließlich der Larvenantennen acht Anhangspaare, also zwei mehr als bei den Arachniden an dem Kopfbrustteil finden, ist man eifrig bemüht gewesen, diese Lücke zu ergänzen und die zwei fehlenden Anhangspaare auch bei den Arachniden nachzuweisen, ohne daß bisher dieser Nachweis als gelungen betrachtet werden könnte. — Namentlich hat das vor der Mundöffnung gelegene Rostrum der Arachniden durch seine verschiedenartige Gestaltung Anlaß zu den verschiedensten Deutungen gegeben. Während einige Forscher, wie z. B. Balbiani (51, pag. 15) und Haller (8, pag. 381) in dem Rostrum nur eine Verlängerung oder Verdoppelung des vorderen Kopf- respektive Körperrandes erblicken, glauben einige andere in demselben die Äquivalente eines oder auch zweier Extremitätenpaare suchen zu müssen, während nach einer dritten Auffassung das Rostrum der Oberlippe (labrum) der Hexapoden homolog zu erachten ist. Erichson (58), dessen Deutung der Mundteile im allgemeinen, wie namentlich der Cheliceren im besondern, eine glückliche genannt werden muß, sprach den Arachniden eine Oberlippe gänzlich ab und verglich das Rostrum der Zunge der Insekten. — Grube (33, pag. 298) weist mit Recht diese Deutung zurück, — denn das Rostrum liegt über der Mundöffnung, die Zunge dagegen unter derselben, — und vergleicht vielmehr nach dem Vorgange Dugès' das Rostrum mit dem Epipharynx der Hymenopteren und der Oberlippe der Insekten überhaupt. — Dagegen glaubte Blanchard (24, pag. 236) in dem Rostrum der Galeodiden die Reste zweier Gliedmaßenpaare entdeckt zu haben und deutete dieselben, — da er die Cheliceren den Antennen der Insekten homolog erachtete, — konsequenter Weise als Mandibeln und Maxillen; eine Auffassung, welche nach dem heutigen Standpunkt der Wissenschaft schon darum unhaltbar ist, weil die Anlage des Rostrums eine präorale, diejenige der

Mandibeln und Maxillen dagegen stets eine postorale ist, und weil ferner bei dem ausgewachsenen Tier, — wie die Vergleichung des Nervensystemes dargethan hat, — das Rostrum von dem in den Scheitellappen angelegten Ganglienpaare innerviert wird, während die Mandibeln und Maxillen ihre Nerven von postoralen, im ersten und zweiten Rumpfsegment der Embryonalanlage angelegten Ganglienpaaren erhalten. — Neuerdings nun hat Croneberg (56) den Gedanken Blanchard's in anderer Form wieder aufgenommen, die zwei Gliedmaßenpaare jedoch, welche er in dem Rostrum der Arachniden zu finden glaubt, als den ersten Antennen und den Larvenantennen der Hexapoden äquivalent erachtet, da seiner Meinung nach die Cheliceren den Mandibeln der Insekten homolog sind. — Namentlich ist es eine gewisse Zweiteiligkeit des Rostrums, welche Croneberg als Grund für seine Auffassung beibringt; eine Zweiteiligkeit, welche sich vorzüglich in dem Vorhandensein paariger, seitlicher Abschnitte (56, pag, 289; — Scorpionideen), oder dem Auftreten paariger, zipfelförmiger Anhänge (pag. 290; — Galeodiden), oder endlich einer paarigen Anlage (pag. 290; — Dendryphantes) aussprechen soll. Angenommen, Croneberg's Auffassung wäre richtig und das Rostrum wäre bei den Arachniden aus den Rudimenten zweier Extremitätenpaare zusammengesetzt, so würde den Arachniden ein der Oberlippe ähnliches und homologes Gebilde gänzlich fehlen und also mit dem Ausfüllen der einen Lücke eine neue geschaffen sein. Aber auch die Gründe, welche Croneberg für seine Auffassung anführt, sind nicht einwandlos und nicht schwerwiegend genug, um seine Ansicht zu rechtfertigen. — Was zunächst die paarigen seitlichen Abschnitte betrifft, welche Croneberg den Apodemen der folgenden Extremitätenpaare aquivalent erachtet, so scheinen dieselben nur sekundäre Bildungen zu sein, hervorgerufen durch die Umbildung der den Mund umgebenden Teile zu mehr oder weniger rüsselartig wirkenden Gebilden. — Als ähnliche sekundäre Bildungen und Differenzierungen des Rostrums müssen auch, wie Schimkewitsch (18, pag. 27) schon betont, die Tracheenlamellen der Acarinen betrachtet werden, welche, von Croneberg zuerst genauer beschrieben, Haller (8, pag. 383) Veranlassung gegeben haben, aus ihnen ein drittes, ganz rudimentäres und höchst einfaches stabförmiges Kieferpaar zu konstruieren. Was ferner die paarigen, zipfelförmigen Anhänge anlangt, so sind dieselben augenscheinlich nichts weiter als lappenförmige Differenzierungen der Rostralränder, welche, mit einem dichten, eigentümlichen Haar-

gitter besetzt, sich allmählich durch Anpassung an eine mehr und mehr saugende Lebensweise entwickelten, um durch dichtes Anschmiegen an die auszusaugende Beute einen möglichst vollständigen Luftabschluß und damit ein leichteres Aussaugen zu ermöglichen. — Ähnliche Differenzierungen, wenn auch nicht so prägnant wie bei den Solpugiden hervortretend, finden sich auch in anderen Gruppen, z. B. bei den Acarinen (59, pag. 568). Noch weniger aber ist, wie auch Schimkewitsch (18, pag. 27) betont, die paarige Anlage des Rostrums, welche Croneberg bei Dendryphantes (Araneiden) konstatiert, und welche Schimkewitsch (70, pag. 542) für einige andere Araneiden bestätigt, eine Stütze für die Ansicht Croneberg's. Denn auch bei vielen Hexapoden (Calotermes; Apis; Bombyx) ist eine paarige Anlage der Oberlippe beobachtet worden; und mit derselben Wahrscheinlichkeit ließe sich dann daraus folgern, daß die Oberlippe der Hexapoden einem Extremitätenpaar entspräche, mit welcher Annahme natürlich die Übereinstimmung der Arachniden und Hexapoden in Bezug auf die Zahl der Gliedmaßenpaare wieder aufgehoben sein würde. Es ist deshalb wohl als wahrscheinlich anzunehmen, daß das Rostrum der Arachniden, welches präoral an der ventralen Fläche der Scheitellappen zweiteilig angelegt wird, eine der Oberlippe der übrigen Arthropoden, namentlich der Hexapoden homologe Bildung repräsentiert. Warum das Epistom der Acarinen nach Haller (8, pag. 381) „nicht analog der Oberlippe der übrigen Arthropoden sein soll", ist schlechterdings nicht einzusehen, zumal sich die oft eintretende Rückbildung oder das scheinbar gänzliche Fehlen desselben zur Genüge aus der oft weitgehenden Umbildung und Reduktion der Mundteile dieser Gruppe erklären läßt. — Auch die Annahme Haller's, daß das Epistom der Acarinen aus einer einfachen Verdopplung des vorderen Körperrandes entstanden sei, ist entschieden zurückzuweisen; — denn daß dasselbe, wie Haller selbst sagt, „meist als ziemlich selbständige Bildung angetroffen wird," und namentlich nur bei streng parasitischen Formen, welche Haller allerdings mit Vorliebe als typische Beispiele für seine Ansichten anführt, sehr stark degeneriert, rechtfertigt die gegenteilige Auffassung zur Genüge.

Ein eigentümliches Verhalten des Rostrums ist bei Chelifer von Metschnikoff (39) zuerst beobachtet worden. Gleichzeitig mit oder kurz nach der Anlage des zweiten Extremitätenpaares, welches der Reihenfolge nach als erstes am Embryo auftritt, wird eine Oberlippenanlage sichtbar,

welche sich nach dem bald darauf erfolgenden Ausschlüpfen des Embryonen zu einem rüsselartigen Organ entwickelt (39, p. 518), an welchem METSCHNIKOFF eine äußere Öffnung nicht zu entdecken vermochte, während es neuerdings BARROIS (22 a, p. 152) gelungen ist, eine ventrale Öffnung nachzuweisen. Dieses Organ, dessen Funktion noch ziemlich unbekannt ist und sich nur mutmaßen läßt, bildet sich später zurück und an seiner Stelle erscheint die Anlage der definitiven Oberlippe, welche aus zwei hintereinander liegenden Abschnitten besteht und verhältnismäßig klein erscheint. Obgleich sich keine überzeugenden Gründe dafür beibringen lassen, so läßt sich doch vermuten, daß in diesem riesigen rüsselartigen Organ eine sekundäre, provisorische Bildung, ein Larvenorgan, zu suchen ist, dessen Auftreten und Ausbildung durch das ungemein frühzeitige Auschlüpfen der Embryonen bedingt wurde. Dann aber ist auch die Annahme BALFOUR's (21, pag. 419), daß die Oberlippe der Araneiden, welche in den späteren Stadien der embryonalen Entwicklung relativ kleiner wird, vielleicht der provisorischen Oberlippe von Chelifer zu vergleichen wäre (20, pag. 12), unhaltbar; denn dann ist die Oberlippe der Araneiden homolog der definitiven Oberlippe von Chelifer zu erachten, welche infolge der eigentümlichen Metamorphose erst verhältnismäßig spät in der Entwicklung auftritt.

Bei den Pycnogoniden scheint das Rostrum schon frühzeitig in der Bildung eines rüsselartigen Fortsatzes des vorderen Körperendes aufzugehen, denn schon an der embryonalen Anlage muß der unpaare, vordere Wulst (6) als aus dem präoralen Rostrum und zwei postoralen Stücken, (Teilen des zweiten Extremitätenpaares) verwachsen angesehen werden (35, pag. 145). Daß diese drei, den Rüssel der rezenten Pycnogoniden zusammensetzenden Stücke ursprünglich gesondert waren, aber schon bei einer älteren Form durch Anpassung an eine parasitische Lebensweise zu einem Saugkegel verschmolzen, läßt sich unmittelbar aus der Art und Weise der Innervierung (s. pag. 15), sowie aus dem Umstande entnehmen, daß die embryonale Anlage des Rüssels der Pycnogoniden eine Gliederung nicht mehr erkennen läßt. Den dorsalen Teil des Rüssels der Pycnogoniden nicht als äquivalent dem Rostrum der Arachniden zu erachten, liegt kein Grund vor. Die von HOEK (35) eingehend beschriebene Innervierung des Rüssels widerlegt auch die Auffassung HUXLEY's (61, pag. 341), nach welcher der Schnabelfortsatz der Pycnogonidenlarven dem Rüssel der Acarinenlarven vergleichbar wäre, und die daraus gezogene

Folgerung, daß der erstere ebenfalls aus dem zweiten Extremitätenpaare verschmolzen sei wie der letztere, daß also den Pycnogoniden im ganzen neun Gliedmaßenpaare, also drei Paar mehr als den Arachniden zuzuschreiben seien.

Was endlich die Tardigraden anlangt, so lässt sich bei ihnen von einem Rostrum im eigentlichen Sinne noch weniger sprechen als bei den Pycnogoniden. Die den Mund umgebenden Teile sind so vollständig verschmolzen, daß weder die embryonale Entwicklung noch die Innervierung irgend welche Anhaltspunkte giebt. Doch darf es keineswegs als unmöglich betrachtet werden, daß der dorsale Teil des Rüssels der Tardigraden dem Rostrum der Arachniden und der Oberlippe der übrigen Arthropoden entspricht. Es kann nach den obigen Erörterungen demnach angenommen werden, daß bei allen Gruppen ein Rostrum oder ein diesem Gebilde gleichwertiger, in der Zusammensetzung eines Saugkegels aufgegangener Teil vorhanden ist; es kann aber als bewiesen erachtet werden, daß dieses Rostrum der Arachniden der Oberlippe der übrigen Arthropoden, vorzüglich der Hexapoden, homolog und keineswegs durch Verschmelzung eines oder mehrerer Extremitätenpaare entstanden ist.

Daß bei einer älteren Gruppe die Zahl der Extremitätenpaare eine größere war und mehr als sechs betrug, wie auch daß diese Gliedmaßenpaare zum Teil dem vorderen Abschnitt des Abdomens dem Präabdomen oder Mesosoma, angehörten, geht zur Evidenz aus den embryologischen Thatsachen sowie daraus hervor, daß sich in einzelnen Fällen abdominale Gliedmaßen dauernd erhalten haben. Bei den Scorpionideen erscheinen nach Metschnikoff (38, Taf. XVII, 12) während der embryonalen Entwicklung auf den sechs vorderen abdominalen Segmenten die Anlagen von sechs Anhangspaaren, welche sich jedoch im weiteren Verlauf der embryonalen Entwicklung rückbilden und nur auf dem zweiten abdominalen Segment persistieren. Diese Anlagen des zweiten, abdominalen Anhangspaares entwickeln sich zu den, den Scorpionideen eigentümlichen, kammförmigen Organen (38, pag. 20), über deren Funktion noch Dunkel herrscht, denen aber, wie sich aus ihrer Lage nahe der Genitalöffnung schließen läßt, bei der Begattung jedenfalls eine Rolle zukommt. An Stelle der Anlagen der vier letzten abdominalen Anhangspaare, „obwohl nicht aus ihnen", wie Metschnikoff (38, pag. 30) ausdrücklich hervorhebt, entwickeln sich vier Paar „Kiemenlöcher" (Stigmen). Auch bei den Chernetiden erscheinen, wie Metschnikoff (39, pag. 520) bei Che-

lifer beobachtete, auf dem vorderen Abschnitt des Abdomens vorübergehend die Anlagen von vier Anhangspaaren. Ein ähnliches Verhalten zeigen auch die Phalangiden, bei welchen nach Metschnikoff (39, pag. 520, Anm.) ebenfalls die Anlagen von vier Paaren provisorischer Abdominalgliedmaßen auftreten. Bei den Araneiden glaubte Claparède (54, pag. 37) die Anlagen von sechs Paaren abdominaler Anhänge beobachtet zu haben; allein die späteren Untersuchungen von Barrois (22, Fig. 1 u. 2) und von Balfour (20, Fig. 5) haben dargethan, daß nur die vier vorderen abdominalen Embryonalsegmente der Araneiden vorübergehend die Anlagen je eines Extremitätenpaares aufweisen. Daß diese Abdominalanhänge sich im Laufe der Entwicklung zu Spinnwarzen umbilden, ist, wie schon Balfour (20, pag. 17) sagt, „im höchsten Grade unwahrscheinlich" und durch nichts zu beweisen. Leider sind über die embryonale Entwicklung der Solpugiden, Pedipalpen und Cyphophthalmiden keine Einzelnheiten bekannt, doch steht zu vermuten, daß auch bei ihnen, wie bei den vorgenannten Gruppen, Anlagen provisorischer Abdominalgliedmaßenpaare auftreten, während das gänzliche Fehlen derselben bei den Acarinen durch die starke Konzentration und Reduktion der hinteren Körperregion zu erklären ist. Da nun das vorübergehende Auftreten abdominaler Gliedmaßenpaare während der embryonalen Entwicklung mit Sicherheit darauf schließen läßt, daß bei einer, den vorgenannten Gruppen nahe verwandten, älteren Form diese Anlagen zur definitiven Ausbildung gelangten, da ferner die größte Zahl provisorischer Abdominalanhänge bei den Scorpionideen auftritt und auch ein Paar derselben persistiert, so kann daraus ohne Bedenken gefolgert werden, daß die Scorpionideen bezüglich der abdominalen Anhangspaare ursprünglichere Verhältnisse als die übrigen Gruppen aufweisen. Denn wenn auch anzunehmen ist, daß bei den Solpugiden und den Pedipalpen ebenfalls Anlagen abdominaler Gliedmaßenpaare während der embryonalen Entwicklung auftreten, so ist doch aus den bei Gelegenheit der Vergleichung des Hautskelettes erörterten Gründen zu entnehmen, daß die Zahl dieser abdominalen Extremitätenanlagen zum mindesten nicht größer, vielleicht gleich, wahrscheinlich jedoch kleiner ist als diejenige, welche die Scorpionideen aufweisen. Die letzteren würden also, was die Zahl der provisorischen, abdominalen Anhangspaare anlangt, jener älteren Form am nächsten stehen, wie sie ja auch bezüglich der Segmentierung und Gliederung der abdominalen Region ein ursprünglicheres Verhalten bewahrt haben als die übrigen Gruppen.

Die Umstände, welche zu einer Verminderung der Zahl der Extremitätenpaare geführt haben und die Gründe, welche gleichzeitig eine Beschränkung derselben auf eine bestimmte Körperregion veranlaßten, sind bei allen Arthropoden die gleichen (30, p. 252). Wie überall, machte sich auch hier das Gesetz der Arbeitsteilung geltend und führte zu einer Verminderung gleichartiger Körperteile bei gleichzeitiger, höherer Differenzierung der restierenden. Während ursprünglich die einzelnen Segmente, ausgenommen das erste, welches die Mundöffnung, und das letzte, welches die Afterspalte trug, unter sich gleichartig waren und gleichen Anteil an der Verrichtung aller Funktionen nahmen, wurden allmählich aus rein praktischen Gründen die Funktionen mehr und mehr lokalisiert und damit den einzelnen Segmenten oder Segmentgruppen und deren Anhängen Anlaß zu besonderen Differenzierungen und damit zur Ausprägung morphologischer Gegensätze gegeben. So wurde im Laufe der Stammesentwicklung allmählich die Funktion der Ortsbewegung (und damit der Nahrungszerkleinerung) bei den Vorfahren der Arachniden auf den vorderen, sich nun eigenartig differenzierenden Körperteil, die Kopfbrust, beschränkt, während zugleich die Funktionen der Fortpflanzung und zum größten Teil auch der Ernährung dem hinteren Körperabschnitt, dem Abdomen, übertragen wurden. Wenn sich trotzdem in einzelnen Gruppen der Arachniden abdominale Anhangspaare erhalten haben, so sind sie entweder in den Dienst einer andern Funktion getreten oder sie decken den Ausfall eines der thorakalen Extremitätenpaare. So ist einerseits bei den Scorpionideen das persistierende, auf dem zweiten abdominalen Segment angelegte Gliedmaßenpaar in den Dienst der Fortpflanzung getreten und zu eigentümlichen Haft- oder Reizorganen umgebildet; anderseits fungiert das siebente Extremitätenpaar der Pycnogoniden welches, wenn diese Gruppe überhaupt zu den Arachniden in näheren Beziehungen steht, als ein abdominales Anhangspaar aufgefaßt werden muß, als viertes lokomotorisches Gliedmaßenpaar und ist auch den übrigen Beinpaaren gleich gebaut; es ersetzt so das dritte thorakale Extremitätenpaar, die Eierträger, welche in den Dienst der Fortpflanzung getreten sind. Ist eine derartige Erklärung berechtigt, so können die Pycnogoniden als Arachniden aufgefaßt werden, welche sich lange vor der von den Scorpionideen und Solpugiden zu den Acarinen führenden Reihe von dem gemeinsamen Stamme abgezweigt und in eigentümlicher aber vollkommen in den Entwicklungstypus passender Weise weiter differenziert haben.

Haller (8, pag. 384—85) hat den Versuch gemacht, die zwei letzten Beinpaare der Acarinen, also deren fünftes und sechstes Extremitätenpaar, als dem Abdomen zugehörig zu erweisen und damit einen einschneidenden Gegensatz zwischen den Acarinen und den Arachniden zu konstatieren. Doch werden einesteils seine Gründe, welche er für diese, auch von Kramer (64) vertretene Auffassung in das Feld führt, durch die embryologischen Thatsachen entkräftet; andernteils aber sind die Unterschiede zwischen dem ersten und zweiten Beinpaar einerseits und dem dritten und vierten Beinpaar anderseits, welche Haller geltend macht, „rein äußerliche“ und als sekundäre, durch Anpassung erworbene Charaktere aufzufassen, zumal sie vorzüglich bei streng parasitisch lebenden Formen (Sarcoptes, Dermaleichus, Atax u. a.) stark ausgeprägt zu finden sind. Daß Haller die Bedeutung der sogenannten Rückenfurche ungemein überschätzt hat, ist bei Gelegenheit der Vergleichung des Hautskelettes (p. 72) erörtert worden. Die Beobachtungen Claparède's (55) und Henking's (59) beweisen, daß in der Rückenfurche eine Grenze zwischen Kopfbrust und Hinterleib nicht gefunden werden kann und daß also auch die Lage der Beinpaare vor oder hinter dieser Furche nicht als ein Unterschied von fundamentaler Bedeutung aufgefaßt werden kann. Die Unterschiede aber, welche Haller bezüglich der Gestalt, Größe, Bewaffnung, Stellung und Ausbildung zwischen den zwei vorderen und den zwei hinteren Beinpaaren geltend macht, und welche sich, wie schon erwähnt wurde, vorzüglich bei parasitisch lebenden Formen stark ausgeprägt finden, sind durch Anpassung an die mannigfachen Lebensbedingungen der Acarinen zu erklären, zumal sich ja ähnliche Unterschiede in der Ausbildung, Größe u. s. w. ursprünglich gleichartiger Extremitätenpaare auch sonst bei den Arachniden nicht gerade selten finden (zweites Extremitätenpaar der Scorpionideen, Pedipalpen, Araneiden u. s. w.) und auch die Gleichmäßigkeit im Bau der vier Beinpaare der Acarinen zwar von Haller (8, p. 385) selbst zugegeben, aber auf die ihm in seine Theorie passende Weise, nämlich als durch gleichen Gebrauch erlangt, gedeutet wird. Wenn wirklich ein Unterschied zwischen den vier Beinpaaren der Acarinen geltend gemacht werden kann, so ist es derjenige zwischen den drei vorderen Beinpaaren, mit welchen die Larve ausschlüpft, und dem vierten Beinpaar, welches erst postembryonal während des Nymphochrysallisstadiums erscheint. Durch diesen Unterschied bezüglich der Entwicklung veranlaßt,

hat SCHIMKEWITSCH (18, pag. 30) die Larve der Acarinen mit derjenigen der Chilognathen verglichen, welch' letztere ebenfalls mit nur drei Beinpaaren versehen ist, und hat auf Grund dieser Vergleichung das vierte Beinpaar der Acarinen als abdominales gedeutet. Allein die Beobachtungen HENKING's (59, pag. 632 u. 639) haben erwiesen, daß zum mindesten bei Trombidium, wahrscheinlich jedoch bei den Acarinen überhaupt, das vierte postembryonal erscheinende Beinpaar ein echtes thorakales Anhangspaar ist, daß also die allerdings in die Augen fallende Ähnlichkeit einer Acarinenlarve und einer Chilognathenlarve bezüglich der Zahl der Extremitätenpaare eine rein zufällige ist.

Wie die Reihenfolge in der Entwicklung der embryonalen Segmente eine, wenn auch im allgemeinen von vorn nach hinten fortschreitende, so doch in den verschiedenen Gruppen eine mehr oder weniger modifizierte ist, so zeigen sich auch bezüglich des Auftretens der einzelnen Extremitätenpaare während der embryonalen Entwicklung Verschiedenheiten. Bei der Mehrzahl der Gruppen werden, wie schon oben angeführt wurde, die Anlagen der Extremitäten erst nach der Sonderung der embryonalen Segmente angelegt. Nur bei Chelifer erscheinen, wie METSCHNIKOFF (39) mitteilt, die Anlagen der Extremitätenpaare vor der Segmentierung und beurkunden damit, daß die Entwicklung von Chelifer keineswegs eine ursprüngliche ist. Bei den Scorpionideen und den Araneiden erscheinen mit Ausnahme der Cheliceren, welche etwas später angelegt werden, alle thorakalen Gliedmaßenpaare fast gleichzeitig; bei den Chernetiden dagegen tritt das zweite Gliedmaßenpaar zuerst auf und auch die übrigen Extremitätenpaare erscheinen zu verschiedenen Zeiten und zwar nach METSCHNIKOFF postembryonal, während BARROIS (22a) behauptet, daß das erste Larvenstadium bereits alle Beinpaare mit Ausnahme des vordersten Paares aufweist. Es ist daher sehr wahrscheinlich, daß, wie BALFOUR (21, pag. 430) annimmt, „die Reihenfolge des Auftretens der Anhangspaare häufig nur eine Sache embryologischer Zweckmäßigkeit ist und jeder tieferen morphologischen Bedeutung entbehrt“. Daß bei den Acarinen ein sechsfüßiges Larvenstadium regelmäßig auftritt[1]) und

1) Die Beobachtungen von MÉGNIN (68, pag. 84), dafs bei Cheyletus heteropalpus M. „aus den Eiern direkt achtfüßige Larven hervorgehen“, bedarf erst noch weiterer Bestätigung, zumal sie, wie HENKING (59, pag. 600) hervorhebt, mit früheren Angaben dieses Forschers in direktem Widerspruche stehen.

eine postembryonale Entwicklung des sechsten Extremitätenpaares statt hat, sind Verhältnisse, für welche sich nach BALFOUR (21, pag. 249) „ein plausibler Grund nicht leicht anführen läßt“; und es ist wohl anzunehmen, daß die komplizierte Entwicklung der Acarinen erst durch Anpassung an die mannigfachen Lebensbedingungen erworben worden ist. Auch fällt dieser Umstand nicht so schwer in das Gewicht, wenn bedacht wird, daß auch die Embryonen von Chelifer sehr frühzeitig in einem ungemein unfertigen Zustande ausschlüpfen. Alles das weist darauf hin, daß bei diesen Gruppen Larvenformen auftreten, welche durch Anpassung an die Lebensbedingungen stark abgeändert sind. Wenn sich HALLER (8, pag. 383) in seinem Eifer, die Acarinen von den Arachniden auszuscheiden, zu dem Ausspruch verführen läßt, daß „die Entwicklungsgeschichte der Milben in der sechsbeinigen ersten Larvenform Anknüpfungspunkte mit dem Nauplius der Crustaceen darbiete, welcher ja ebenfalls nur drei Beinpaare besitzt,“ so genügt es diesem gewagten Vergleich gegenüber auf die von CLAPARÈDE (55, pag. 454, 492, 526) beobachteten und von HENKING (59, pag. 616) bestätigten, embryologischen Thatsachen zu verweisen. Die drei Beinpaare der sechsfüßigen Larvenform der Acarinen werden als drittes, viertes und fünftes Extremitätenpaar angelegt, die drei Anhangspaare des Nauplius dagegen repräsentieren das erste bis dritte Extremitätenpaar der Crustaceen. Daß HALLER ferner (8, pag. 385) in dem Deutovum- und Tritovumstadium der Milben eine Ähnlichkeit mit der Puppenruhe der Insekten zu sehen glaubt, erklärt sich nach HENKING (59, pag. 595) aus dem Umstande, daß HALLER mit diesen von CLAPARÈDE eingeführten Ausdrücken die „eiähnlichen Zustände“, welche bedeutend später in der Entwicklung auftreten, fälschlich belegt. Doch zugegeben, daß diese „eiähnlichen Zustände“, welche HENKING (59, pag. 596) als Nymphochrysallis und als Teleiochrysallis bezeichnet, eine gewisse Ähnlichkeit mit der Puppenruhe der Insekten darbieten, so läßt sich trotz alledem nicht einsehen, warum in dieser zufälligen Ähnlichkeit ein Umstand gefunden werden soll, welcher im Verein mit anderen, ebenso schwerwiegenden Gründen (naupliusähnliche, sechsfüßige Larve (!); stabförmiges drittes Kieferpaar (!); Rückenfurche) die Aufstellung einer besonderen Klasse der Acaroiden, wie HALLER (8, pag. 386) verlangt, zu rechtfertigen imstande ist.

Bei allen Gruppen von den Scorpionideen und Solpugiden bis zu den Acarinen sind die sechs auf den Kopfbrustteil be-

schränkten Extremitätenpaare zum Teil in den Dienst der Ernährung getreten und zu Mundwerkzeugen umgestaltet, zum Teil jedoch haben sie ihren Charakter als Lokomotionsorgane bewahrt. Wie bei den Hexapoden findet sich auch bei den vorgenannten Arachnidengruppen ein morphologischer Unterschied zwischen den drei letzten thorakalen und den drei vorhergehenden Gliedmaßenpaaren. Während nun aber die ersteren bei allen Gruppen als lokomotorische Organe fungiren und im großen und ganzen gleichgestaltet sind, und während auch die zwei vorderen Gliedmaßenpaare der Arachniden überall deutlich als Mundwerkzeuge zu erkennen sind — giebt sich bezüglich des dritten Extremitätenpaares eine eigentümliche Verschiedenheit, sowohl morphologisch wie auch funktionell, kund. Bei der Mehrzahl der Gruppen ist es den drei letzten Extremitätenpaaren gleich gebaut und dient wie diese hauptsächlich als Lokomotionsorgan (Chernetiden; Cyphophthalmiden; Phalangiden; Araneiden; Acarinen); bei einigen anderen Gruppen dagegen hat es eine abweichende Gestalt und scheint hauptsächlich als Sinnesorgan zu fungieren (Pedipalpen; Solpugiden); und bei den Scorpionideen fungiert es sowohl als Mundwerkzeug, — darauf läßt die Ausbildung einer Kaulade schließen, — wie auch als Beinpaar, — denn es ist den folgenden drei Extremitätenpaaren im allgemeinen und dem ersten derselben im besondern gleich gebaut. Wie die Vergleichung des Hautskelettes gezeigt hat, läßt sich von den Scorpionideen und den Solpugiden bis zu den Acarinen und Linguatuliden eine fortlaufende Reihe verfolgen; — eine ähnliche Stufenfolge läßt sich auch bezüglich der Differenzierung der Gliedmaßenpaare auffinden. Doch muß dabei berücksichtigt werden, daß die Acarinen eine starke Umbildung der zwei vorderen und häufig auch eine weitgehende Umbildung und Rückbildung der vier letzten Extremitätenpaare aufweisen, daß ferner bei den Linguatuliden, welche, wenn sie überhaupt zu den Arachniden gerechnet werden dürfen, in die Nähe der Acarinen rangieren, die Zahl der Gliedmaßenpaare vermindert und die restierenden Extremitäten umgebildet und fast gänzlich reduziert sind; Verhältnisse, für welche sich nur in dem oft hochgradigen Parasitismus dieser Gruppen eine Erklärung finden läßt.

Das erste Extremitätenpaar, die Cheliceren, Kieferfühler oder Klauenfühler liegen vor und über der Mundöffnung und erhalten bei allen Gruppen mit Ausnahme der Phalangiden ihre Nerven von der über dem Schlunde gelegenen Ganglienmasse. Die Cheliceren

sind entweder dreigliedrig (Scorpionideen; Cyphophthalmiden; Phalangiden) oder zweigliedrig (Solpugiden; Pedipalpen; Chernetiden u. s. w.), scheerenförmig oder mit einschlagbarer Endklaue versehen, und dienen zum Ergreifen, oft auch zugleich zum Töten und Anschneiden der Beute. Daß die dreigliederige Form die ursprüngliche ist, läßt sich aus einer Beobachtung Schimkewitsch's folgern. Derselbe fand nämlich, daß die Cheliceren der Araneiden, welche bei dem erwachsenen Tier nur zweigliedrig sind, in einem gewissen Embryonalstadium deutlich dreiteilig erscheinen (18, pag. 30); und es läßt sich aus dieser Thatsache schließen, daß auch die zweigliederigen Cheliceren der übrigen Gruppen einen dreigliederigen embryonalen Zustand durchlaufen. Die Scorpionideen würden also auch bezüglich der Form und Gliederung der Cheliceren, ebenso wie die Cyphophthalmiden und Phalangiden einen ursprünglichen Zustand bewahrt haben. Daß die Cheliceren bei allen Gruppen von den Scorpionideen bis zu den Acarinen homolog sind, wie Croneberg (56, pag. 286) hervorhebt, ist wohl kaum zu bezweifeln, da sie stets auf dem ersten postoralen Segment angelegt werden und, wie sich unten ergeben wird, wahre Mandibeln sind, also auch den, wie Haller (8, pag. 382) betont, „längst als Mandibeln reklamierten Kieferfühlern der Acarinen" entsprechen, welche zwar in einigen Fällen noch eine ursprüngliche Form und Gliederung bewahrt haben (Gamasiden; Tyroglyphen u. a.), häufig jedoch durch Anpassung an die parasitische oder rein saugende Lebensweise zu stilettähnlichen, wie Stechborsten wirkenden Gebilden umgewandelt worden sind (Ixodiden, Trombidien u. a.). Der Umstand, daß die Cheliceren vorn über der Mundöffnung gelegen, gegliedert und meist nach mehreren Richtungen beweglich sind, wie auch daß sie ihre Nerven von der über dem Schlunde gelegenen Ganglienmasse erhalten (Ausnahme: die Phalangiden), gab namhaften Forschern wie Latreille (12, pag. 169), Newport (42), Blanchard (24, pag. 234) u. a. Veranlassung, in ihnen Äquivalente der Fühler der übrigen Arthropoden zu sehen und sie mit den Antennen der Hexapoden (Imago) und den zweiten Antennen der Crustaceen zu homologisieren. Auch Claparède kam auf Grund seiner embryologischen Befunde zu einem ähnlichen, wenn auch etwas abweichenden Schluß (54, pag. 83). Nach seiner Auffassung repräsentieren die Cheliceren der Arachniden die Larvenantennen der Hexapoden und die zweiten Antennen der Crustaceen. Andere bedeutende Forscher dagegen, so vorzüglich Erichson (58), Dufour und Grube (33, pag. 288) wiesen

diese Homologien energisch zurück und nahmen die Cheliceren als gleichwertig den Mandibeln der übrigen Arthropoden an, ohne jedoch für ihre Annahme gewichtigere Gründe als die Funktion dieser Organe anführen zu können. Müßte nun auch bei diesem Stande der Dinge eine Entscheidung sicher zu Gunsten der erstgenannten Auffassung ausfallen, — denn gleiche Funktion kann wohl eine Analogie, keineswegs aber eine Homologie bedingen — so sind doch die späteren embryologischen Untersuchungen Balbiani's (52), Barrois' (22), Balfour's (20) u. a. insofern ausschlaggebend gewesen, als sie in überzeugender Weise dargethan haben, daß die Cheliceren als Homologa der Mandibeln aufzufassen sind. Denn während die Fühler der Arthropoden, sowohl die Antennen der Crustaceen wie auch diejenigen der Peripatiden, Myriapoden und Hexapoden stets präoral entstehen, also als wahre vor der Mundöffnung gelegene Anhänge des Scheitellappens zu betrachten sind, werden die Cheliceren der Arachniden stets auf dem ersten Segment hinter den Scheitellappen, also postoral angelegt, in derselben Weise, wie die Mandibeln der übrigen Arthropoden. Auch das Ganglienpaar, welches die Cheliceren innerviert, gleicht bezüglich seiner Entstehung und Lage in der Embryonalanlage vollständig dem Mandibularganglienpaar der übrigen Arthropoden, vorzüglich der Hexapoden, und hat, wie die Vergleichung des Nervensystems ergeben hat, bei den Arachniden im allgemeinen eine Verlagerung erfahren, insofern als es entweder an der Bildung der Schlundkommissuren Teil genommen hat oder sich mit dem Ganglienpaar der Scheitellappen zu einem Ganglienknoten vereinigt hat. Ebenso sind die Cheliceren selbst vor die Mundöffnung gewandert aus leicht ersichtlichen, rein praktischen Gründen; denn ihre Verlagerung vor und über der Mundöffnung machte sie in weit höherem Grade geschickt als Organe zum Ergreifen der Beute und Festhalten während des Aussaugens zu dienen. Die Gliederung der Cheliceren ist keinesfalls ein hinreichender Grund, um die mandibulare Natur derselben in Abrede zu stellen, denn die Peripatiden und ebenso die Merostomen besitzen auch gegliederte Kauanhänge, und es ist anzunehmen, daß die eingliedrigen Mandibeln sich allmählich aus mehrgliedrigen Anhängen entwickelt haben. Doch läßt sich aus der Gliederung der Cheliceren der Arachniden schließen, daß, wenn diese Gruppe mit den Myriapoden und Hexapoden von einer gemeinsamen Stammgruppe abzuleiten ist, sie sich jedenfalls viel früher von dem gemeinsamen Hauptstamme abgezweigt und in eigentümlicher Weise

weiter entwickelt hat; von einem Hauptstamm, welcher Formen ähnlich den heutigen Peripatiden aufwies, welch' letztere auch nur als am Endpunkt einer langen Entwicklungsreihe stehend aufgefaßt werden dürfen, und welche zwar viele ursprüngliche Charaktere bewahrt haben, in vielen anderen Beziehungen aber eigenthümliche Differenzierungen eingegangen sind.

Das zweite Extremitätenpaar, die Pedipalpen oder Maxillen, werden auf dem zweiten postoralen Segment angelegt und erhalten ihre Nerven stets von dem unteren Thorakalknoten. Die Maxillen liegen zu beiden Seiten oder dicht hinter der Mundöffnung — nur bei Gibocellum (Cyphophthalmiden) sind dieselben vor die Mundöffnung gerückt (19, Tafel XVII, 2) — und sind als Mundgliedmaßen bei allen Gruppen von den Scorpionideen bis zu den Acarinen deutlich gekennzeichnet, weil sie stets an ihrem Grunde mit differenzierten Kauladen versehen sind. Während bei den Scorpionideen, den Phryniden (Pedipalpen), Chernetiden, Phalangiden und Araneiden die Kauladen mehr oder weniger gegeneinander beweglich sind und zum Zerkleinern oder Zerquetschen der Beute dienen, sind dieselben bei den Solpugiden an ihrer Basis ein wenig verbunden, bei den Telyphoniden (Pedipalpen), Cyphophthalmiden und Acarinen dagegen median vollständig verwachsen, also gegeneinander unbeweglich. Diese mediane Verbindung der Basalteile des zweiten Extremitätenpaares ist keineswegs eine ursprüngliche, sondern ist darauf zurückzuführen, daß die bezüglichen Gruppen sich der Nahrungsaufnahme durch Saugen mehr oder minder vollständig angepaßt haben. Bei den Acarinen besteht das zweite Extremitätenpaar, wie schon Croneberg erkannte und wie Haller (8, pag. 382) bestätigt, aus einem sehr komplizierten, paarigen Gerüst, welches die drei- bis fünfgliedrigen Palpen trägt. Was diese dem zweiten Extremitätenpaar angehörigen Taster anlangt, so zeigen sie eine unendlich mannigfache Gestaltung und Funktion; auch ist die Zahl ihrer Glieder in den verschiedenen Gruppen verschieden, doch ist anzunehmen, daß dieselbe ursprünglich gleich derjenigen der folgenden Extremitätenpaare, also gleich sechs war, und daß eine größere Gliederzahl auf eine höhere Differenzierung, eine geringere dagegen auf Verwachsungen und Reduktionen zurückzuführen ist. Namentlich sind es die Endglieder, welche je nach der Funktion, der sich das Tasterpaar vorzüglich angepaßt hat, eine verschiedene Ausbildung erkennen lassen. So endet bei den Scorpionideen, den Chernetiden, wie auch bei manchen Milben das

Tasterpaar scheerenförmig und fungiert außer als Tastorgan auch als Greiforgan; — bei den Pedipalpen dagegen ist die Scheerenform nur unvollständig ausgebildet und das Endglied stellt eine mehr oder weniger einschlagbare Klaue dar; — bei den Phalangiden, Cyphophthalmiden und vielen Acarinen ist das Tasterendglied mit einer Kralle bewehrt und die Tastfunktion scheint Hauptfunktion zu sein; — bei den Araneiden fungieren die Palpen als Tastorgane, — bei den Jungen, wie ich zu beobachten oft Gelegenheit hatte, auch als Lokomotionsorgan, — und das Endglied, welches bei den weiblichen Araneiden meist Krallen trägt, ist bei den männlichen Spinnen zu einem komplizierten Begattungsorgan, einem das Sperma übertragenden Kopulationsorgan, umgebildet; — bei den Solpugiden endlich dienen die Palpen sowohl als Tastorgane wie als Lokomotionsorgane, denn das im Endglied derselben befindliche, eigentümliche, blasige Organ scheint nach Hutton's (60, pag. 85) Vermutung zum Anheften an glatten, steilen Wänden zu dienen. Es findet sich also bezüglich der zweiten Extremität eine Vielgestaltigkeit, welche die Vermutung nahe legt, daß dieselbe im höchsten Grade anpassungsfähig ist, und welche beweist, daß die heute lebenden Repräsentanten der einzelnen Gruppen nur die letzten Reste langer Entwicklungsreihen sind. Daß die Gestalt des zweiten Extremitätenpaares ursprünglich eine einfache und derjenigen der folgenden Gliedmaßenpaare ähnliche war, steht zu vermuten.

Daß auch dies zweite Extremitätenpaar der Arachniden bei der Vergleichung der Anhangspaare der Arthropoden eine verschiedene Deutung erfahren hat, ist leicht ersichtlich. Die Auffassung Zenker's (71, pag. 122), nach welcher auch die zweite Extremität der Arachniden einem Antennenpaare, dem definitiven Antennenpaar der Hexapoden, entsprechen soll, wird, wie schon Abendroth (1, pag. 18) betont, durch den Umstand widerlegt, daß die Antennen stets ihre Nerven von dem oberen Schlundknoten erhalten, die zweite Estremität der Arachniden dagegen stets von den unteren Thorakalknoten innerviert wird. Auch die Ansicht Claparède's (54, pag. 83) und Huxley's (61, pag. 332), wonach die zweite Extremität der Arachniden den Mandibeln der Hexapoden und den Protognathiten der Crustaceen äquivalent zu erachten wäre, muß zurückgewiesen werden, da in den Cheliceren die Homologa der Mandibeln gefunden werden müssen. Einer dritten Anschauung gemäß, welche von Dugès (57, pag. 7—9) und von Zaddach (54, pag. 73) folgerichtig aufgestellt

worden ist, insofern als diese Forscher in den Cheliceren Äquivalente der Mandibeln vermuteten, sind die Pedipalpen den ersten Maxillen der Hexapoden und Crustaceen zu homologisieren. Selbst manche von denjenigen, welche die Cheliceren den Antennen gleichwertig erachteten, setzten die zweite Extremität der Arachniden den ersten Maxillen der Hexapoden gleich und machten die Annahme, daß bei den Arachniden die Mandibeln eine vollständige Rückbildung erlitten hätten oder ausgefallen wären (54, pag. 73). Die Auffassung, in dem zweiten Extremitätenpaar der Arachniden Homologa der ersten Maxillen zu sehen, hat sich jetzt fast allgemeine Anerkennung erworben, zumal die embryologischen Forschungen Metschnikoff's (38) und Balfour's (20) die Identität der Anlagen beider Gliedmaßenpaare dargethan haben.

Das dritte Extremitätenpaar der Arachniden tritt wie das zweite bezüglich seiner äußern Form in mannigfachen Modifikationen auf. Bei einigen Gruppen (Scorpionideen, Phalangiden) ist dasselbe den drei folgenden Beinpaaren im allgemeinen und dem ersten derselben im besondern gleich gebaut und an seinem Basalgliede mit einer Kaulade, terminal mit Krallen versehen, bei anderen Gruppen dagegen (Chernetiden, Cyphophthalmiden, Araneiden, Acarinen) gleicht dasselbe bezüglich seiner Einlenkung wie auch betreffs seiner Gestalt vollständig den folgenden Beinpaaren und ist wie diese an seinem Endgliede mit Krallen bewehrt; bei den Solpugiden dagegen ist nicht nur der Ort der Einlenkung ein Anderer — die dritte Extremität ist nämlich wie die erste und zweite an der Unterseite des kopfartig emporgewölbten Teiles des Cephalothorax eingelenkt — sondern auch die Extremität selbst zeigt sich von den folgenden Beinpaaren verschieden, sie ist nicht mit Krallen bewaffnet und scheint vornehmlich als Tastorgan zu fungieren; — bei den Pedipalpen endlich ist das dritte Extremitätenpaar ganz seitlich am Cephalothorax außen neben der zweiten Extremität eingelenkt und scheint, reichlich gegliedert und sehr verlängert, nur dem Tastsinn zu dienen. Während also bei den Scorpionideen und den Phalangiden das dritte Extremitätenpaar sowohl als Mundwerkzeug wie auch als Bewegungsorgan fungiert, scheint dasselbe bei den Solpugiden und den Pedipalpen namentlich als Tastorgan zu dienen, während es bei den übrigen Gruppen hauptsächlich die Funktionen eines Beinpaares verrichtet. Daß das dritte Extremitätenpaar der Arachniden ursprünglich als Mundgliedmaßenpaar und zugleich vielleicht als Bewegungsorgan oder Tastorgan fun-

gierte, läßt sich daraus schließen, daß dasselbe bei der allem Anschein nach sehr alten Gruppe der Scorpionideen noch beide Dienste verrichtet und daß es bei den Solpugiden durch seine Einlenkung an dem vorderen, deutlich abgesetzten und kopfartig emporgewölbten Teile der Kopfbrust einen in die Augen springenden Unterschied den folgenden drei Beinpaaren gegenüber bekundet. Der Verlust, d. h. die Rückbildung der Kauladen und damit zugleich entweder der Übergang zum reinen Tastorgan oder Lokomotionsorgan mußte notwendigerweise mit der allmählichen Anpassung an eine saugende Nahrungsaufnahme Hand in Hand gehen. Daß die Vorfahren der Arachniden kauende Arthropoden waren, wird wohl kaum in Abrede gestellt werden, wenn auch die Angaben Hutton's (60, pag. 81), daß die Galeodiden ihre Beute „verschlingen" (to devour), nicht gerade, wie es Abendroth (1, pag. 13) thut, dafür geltend gemacht zu werden braucht, zumal „to devour" ebensowohl „zerreißen" bedeuten kann und es bei dem Bau der Mundwerkzeuge und der Gestalt und Lage der Mundöffnung sehr zweifelhaft erscheinen muß, daß gerade die Solpugiden ihre Beute „verschlingen". Um vieles wahrscheinlicher würde eine derartige Nahrungsaufnahme bei den Scorpionideen und den Phalangiden erscheinen; und in der That ist sie, wie Abendroth (1, pag. 13) angiebt, für die letztere Gruppe von Menge beobachtet worden; — doch auch bei den Scorpionideen ist ein Zerquetschen der festen Teile, um das Aussaugen der Weichteile zu ermöglichen, wahrscheinlicher.

Während Zenker (71) die dritte Extremität der Arachniden den Mandibeln, Claparède (54, pag. 83) und Huxley (61) dagegen den ersten Maxillen vergleichen, hat sich jetzt wohl allgemein die schon von Dugès (57) und von Siebold (54) vertretene Auffassung Bahn gebrochen, daß das dritte Extremitätenpaar der Arachniden den zweiten Maxillen gleichzuachten sei; eine Auffassung, welche auch durch die neueren embryologischen Befunde ihre Bestätigung erhalten hat.

Die Unterlippe, welche bei den Arachniden den unteren Abschluß der Mundöffnung bildet, erscheint mehr oder weniger hoch differenziert. Dieselbe tritt bei dem erwachsenen Tier meist als eine unpaare Kinnplatte auf, welche dem Sternum vorn angefügt ist (Chernetiden, Phalangiden, Araneiden u. s. w.), oder geht mit den übrigen, den Mund umgebenden Teilen eine innige Verbindung ein. Wie die Untersuchungen von Schimkewitsch (70, pag. 352) und von Metschnikoff (38, pag. 20) dargethan haben, ist die Anlage der Unterlippe eine paarige, denn dieselbe

besteht in der Embryonalanlage aus zwei „oder mehreren“ (?) getrennten Stücken, welche später verschmelzen. Diese Beobachtungen haben Schimkewitsch (18, pag. 27) Veranlassung gegeben, die Unterlippe der Arachniden, namentlich der Araneiden, der Unterlippe der Insektenlarven gleichzusetzen, welch' letztere, mit den Maxillen des zweiten Paares verschmolzen, das Labium der Hexapoden bildet.

Das vierte, fünfte und sechste Extremitätenpaar der Arachniden fungieren im großen und ganzen vorzüglich als Lokomotionsorgane und sind im allgemeinen gleichmäßig gebaut. Dieselben würden nach den oben aufgestellten Homologien den drei Beinpaaren der Hexapoden äquivalent zu erachten sein und sind auch wie diese heteronom gegliedert. Dieselben sind sechsgliedrig und bestehen aus Coxa, Trochander, Femur, zweigliedriger Tibia und vielgestaltigem, oft vielgliedrigen Tarsus (Phalangiden, Phryniden). Nur bei den Scorpionideen ist auch das erste dieser drei Beinpaare mit Kauladen versehen. Ob auch für eine ältere Gruppe die Bewehrung der vierten Extremität mit Kauladen anzunehmen ist, läßt sich kaum entscheiden; doch steht zu vermuten, daß die Kauladen des vierten Gliedmaßenpaares der Scorpionideen eine im Laufe der Entwicklung dieser Gruppe erworbene Differenzierung sind; eine Vermutung, welche an Plausibilität gewinnt, wenn bedacht wird, daß die Kauladen der Arachniden überhaupt nur als Fortsätze oder Differenzierungen der Coxalglieder der Extremitäten zu betrachten sind. Die vier letzten Extremitätenpaare der Arachniden werden gemeinlich als Beinpaare bezeichnet, welche Bezeichnung allerdings bei der Mehrzahl der Gruppen zutreffend genannt werden muß, da bei ihnen diese vier Gliedmaßenpaare in ihrem äußeren Habitus vollständig übereinstimmen. Trotzdem aber muß konstatiert werden, daß das erste dieser vier sog. Beinpaare ursprünglich sowohl zur Lokomotion wie zur Nahrungszerkleinerung diente und erst mit der Anpassung an eine rein saugende Lebensweise der letzteren Funktion verlustig ging.

Wie aus der Vergleichung des Hautskelettes und des Nervensystemes, so läßt sich auch aus der vergleichenden Betrachtung der Gliedmaßen entnehmen, daß sich in den Scorpionideen und den Solpugiden, — vorzüglich jedoch in ersteren, — Gruppen erhalten haben, welche bezüglich vieler Einzelheiten einen ursprünglichen Charakter bewahrt haben und darum als einer älteren Stammgruppe näher stehend betrachtet werden müssen.

Läßt sich nun einerseits, wie oben erörtert wurde, zwischen den Gliedmaßen der Arachniden und der Hexapoden eine auffallende morphologische Übereinstimmung konstatieren, — eine Übereinstimmung, welche auch Lindström (67) bezüglich des von ihm neuerdings entdeckten silurischen Scorpions besonders zu betonen für nötig erachtet, — so darf es doch anderseits nicht unerwähnt bleiben, daß Ray-Lankester (17, pag. 519) den Versuch gemacht hat, die Gliedmaßen der Arachniden (speziell der Scorpionideen) und der Limuliden von denjenigen einer gemeinsamen Stammgruppe abzuleiten. Daß zwischen den thorakalen Gliedmaßen der Scorpionideen und der Limuliden eine auffallende Ähnlichkeit herrscht, läßt sich bei einer Vergleichung derselben nicht verkennen. Daß auch das Vorhandensein abdominaler Gliedmaßen bei den Limuliden keinen Grund abgeben kann, die Beziehungen zwischen beiden Gruppen zu negieren, geht aus der Thatsache hervor, daß auch bei den Scorpionideen die Anlagen abdominaler Gliedmaßenpaare auftreten. Doch ist die Erklärung, welche Ray-Lankester für die allmähliche Verkümmerung der abdominalen Anhangspaare und für die damit zusammenhängende Umwandlung der Blätterkiemen in Blättertracheen zu geben versucht, eine zu hypothetische und gewagte, um die daraus gezogenen Schlüsse auf die nahen Verwandtschaftsbeziehungen beider Gruppen gerechtfertigt erscheinen zu lassen; – zudem darf auch nicht außer Acht gelassen werden, daß die Möglichkeit vorliegt, daß die Limuliden und die Scorpionideen trotz mannigfacher Übereinstimmungen nur parallele Entwicklungsreihen ursprünglich ganz verschiedener Typen repräsentieren.

Läßt sich nun von den Scorpionideen und Solpugiden bis zu den Acarinen auch bezüglich der Gliedmaßen eine fortlaufende Reihe verfolgen, so nehmen die folgenden Gruppen der Linguatuliden, Pycnogoniden und Tardigraden auch betreffs der Extremitäten mehr oder weniger eine Sonderstellung ein.

Die Linguatuliden zeigen eine starke Verkümmerung, ja fast gänzliche Rückbildung der Gliedmaßen, denn bei dem gesclechtsreifen Tier finden sich nur beiderseits von der Mundöffnung zwei Paar Häkchen, welche vielleicht als rückgebildete Kieferpaare gedeutet werden können. An der Bauchseite der Embryonen dagegen treten vorübergehend zwei Paar gegliederte Anhänge auf, welche dem Tiere eine entfernte Ähnlichkeit mit einem Milbenembryonen verleihen. Trotzdem erscheint dieser Umstand keineswegs genügend, um die Stellung der Linguatuliden nahe den

Acarinen zu rechtfertigen, und es kann diese Thatsache mit demselben Recht für die Ansicht van Beneden's (2, pag. 347) geltend gemacht werden, welcher in den Linguatuliden Verwandte der parasitischen Copepoden (Lernaea) zu finden glaubte. Wenn nun auch das Auftreten der zwei Paar gegliederten, mit Krallen bewehrten Embryonalanhänge weder für eine nähere Verwandtschaft mit den Crustaceen noch mit den Arachniden geltend gemacht werden kann, so scheint es doch hinlänglich die Beziehungen der Linguatuliden zu den Arthropoden überhaupt zu kennzeichnen. Die Meinung Balfour's (21, pag. 511), welcher die Linguatuliden in die Nähe der Myzostomiden gestellt wissen will, würde die Frage nach den Beziehungen dieser Gruppe ihrer Lösung nicht näher bringen, da auch die Verwandtschaftsverhältnisse der Myzostomiden noch in mystisches Dunkel gehüllt sind.

Die Pycnogoniden nehmen seit der Entdeckung Dohrn's (6), die Entwicklung von Achelia laevis betreffend, eine Ausnahmestellung ein, sowohl was die Entwicklung, wie auch was die Zahl und Anordnung ihrer Extremitätenpaare anlangt. Die Larve schlüpft nämlich mit einem die Mundöffnung tragenden Schnabelfortsatz und drei Anhangspaaren aus, welche derselben eine gewisse Ähnlichkeit mit dem Nauplius der Crustaceen verleihen; doch ist diese Ähnlichkeit eine rein äußerliche, da die drei Anhangspaare des Nauplius zum Teil den Antennen des erwachsenen Krusters entsprechen, während sich die drei Anhangspaare der Pycnogonidenlarven zu den Mandibeln, Tastern und Eierträgern umbilden. — Im Verlaufe der Entwicklung entstehen dann succedan von vorn nach hinten durch Sprossung vor dem Afterhügel vier weitere, also postembryonale, Gliedmaßenpaare, während die drei ersten Extremitätenpaare mehr oder minder umgebildet oder auch rückgebildet werden. — Kann, wie Dohrn annimmt, in dieser eigenartigen Metamorphose und postembryonalen Entwicklung ein tiefgehender Unterschied zwischen den Arachniden und den Pycnogoniden erblickt werden, so würde allerdings das Verlangen Dohrn's nach einer Sonderstellung der letzteren gerechtfertigt erscheinen. Doch ist sehr wohl zu bedenken, daß auch die Acarinen eine merkwürdige Metamorphose und eine postembryonale Entwicklung des sechsten Extremitätenpaares aufweisen und daß es durchaus nicht unwahrscheinlich ist, daß diese Verhältnisse bei beiden Gruppen durch die parasitische Lebensweise bedingt wurden und nur durch die verschiedenen Lebensbedingungen beider Gruppen Modifikationen erlitten.

Was die Zahl der Extremitätenpaare (sieben) anlangt, welche sich mit derjenigen der recenten Arachniden (sechs) nicht in Einklang bringen läßt, so muß daran erinnert werden, daß bei einer älteren Gruppe die Zahl der Gliedmaßenpaare eine größere gewesen sein muß und daß also nur die Annahme zu machen wäre, daß sich die Pycnogoniden früher als die übrigen Arachniden von einem gemeinsamen Hauptstamm abzweigten und eine größere Zahl von Gliedmaßenpaaren ererbten.

Das erste Extremitätenpaar der Pycnogoniden zeigt bezüglich seiner Gestalt und Gliederung eine auffallende Übereinstimmung mit den Cheliceren der Arachniden. Dasselbe erscheint nach Hoek (35) entweder dreigliedrig (Phoxichilidium), zweigliedrig (Nymphon, Pallene u. s. w.), oder rudimentär (Lecithorhynchus, Oorhynchus), und kann häufig bei dem reifen Tier gänzlich fehlen (Mehrzahl der Arten von Colossendeis; Phoxichilus u. a.) — Ist es ausgebildet, so sind die Endglieder, wie bei den Scorpionideen, scherenförmig. Wie sich also von den Scorpionideen bis zu den Acarinen bezüglich der Entwicklung des ersten Extremitätenpaares eine absteigende Reihe verfolgen läßt, so kann eine ähnliche allmähliche Reduktion desselben auch bei den Pycnogoniden beobachtet und damit ein Parallelismus beider Zweige konstatiert werden. — Daß die erste Extremität der Pycnogoniden den Mandibeln äquivalent zu erachten ist, kann nach den Befunden Hoek's (35), die Innervierung betreffend, als sicher angenommen werden, und auch darin würden also die erste Extremität der Arachniden und der Pycnogoniden übereinstimmen. Das zweite Extremitätenpaar der Pycnogoniden, die sogenannten Taster oder Palpen, muß, wie Hoek auf Grund der Innervierung dargethan hat, mit den ventralen, paarigen Teilen des Rüssels zusammengefaßt und als ein Äquivalent des ersten Maxillenpaares betrachtet werden. — Die ventralen Rüsselteile sind als die Kauladen aufzufassen, und ihre Verwachsung untereinander sowie mit dem Rostrum muß schon sehr frühzeitig in der Stammesentwicklung der Pycnogoniden stattgehabt haben, da die Larven der recenten Pycnogoniden schon mit verwachsenen Rüsselteilen ausschlüpfen. — Die frei bleibenden Teile dieser Extremität, die Palpen, sind sehr verschieden entwickelt, und es finden sich alle Übergänge von zehngliedrigen Formen (Colossendeis; Ascorhynchus u. a.) über neungliedrige (Ammothea), achtgliedrige (Achelia), fünfgliedrige (Nymphon u. a.), und dreigliedrige (Tephredo) bis zu höchst rudimentären Papillen (Phoxichilidium) und endlich gänzlicher Rückbildung (Phoxichilus;

Pycnogonum u. a.). — Das dritte Extremitätenpaar, die sogen. Eierträger, welche meist zehngliedrig und mit einer Endklaue versehen sind, scheint frühzeitig in den Dienst der Fortpflanzung getreten zu sein. Dasselbe wird bei den männlichen Individuen zum Tragen der Eier verwandt und dient bei den weiblichen Individuen als Tastorgan. Daß dieses Extremitätenpaar dem dritten Gliedmaßenpaar der Arachniden homolog zu erachten ist, ist um so wahrscheinlicher, als ja auch das dritte Extremitätenpaar der Solpugiden eine von den folgenden drei Beinpaaren verschiedene Gestalt und Funktion besitzt. —

Die vier folgenden Extremitätenpaare der Pycnogoniden, welche postembryonal entstehen, dienen vorzüglich als Lokomotionsorgane. — Wenngleich dieselben achtgliedrig sind, so lassen sie sich doch auch bezüglich der Gliederung den Beinen der Arachniden vergleichen (1—3 Coxalglieder, Trochander; —4 Femur; 5—6 Tibialglieder; 7—8 Tarsalglieder). — Die drei vorderen dieser vier Beinpaare müssen, wenn irgend Beziehungen zwischen den Pycnogoniden und den Arachniden bestehen, dem vierten, fünften und sechsten Extremitätenpaare der Arachniden homolog erachtet werden, während das vierte derselben als ein restierendes Abdominalgliedmaßenpaar aufzufassen wäre, ähnlich den Kämmen der Scorpionideen. Während aber bei letzteren das Abdominalgliedmaßenpaar in den Dienst der Fortpflanzung trat, verharrte dasjenige der Pycnogoniden als Bewegungsorgan, zumal eines der cephalothorakalen Extremitätenpaare sich in den Dienst der Fortpflanzung begeben hatte. —

Was endlich die Tardigraden anlangt, so zeigen dieselben bezüglich der Extremitäten so durchgreifende Unterschiede von denjenigen der Arachniden und Arthropoden überhaupt, daß es schon darum gerechtfertigt erscheinen dürfte, diese Gruppe von den Arachniden und Arthropoden zu sondern und als eine von dem Stamme der Articulaten viel früher abgezweigte aufzufassen. — Daß die Tardigraden den Arachniden zugezählt worden sind und in die Nähe der Acarinen gestellt wurden, hat hauptsächlich seinen Grund in der Zahl der Beinpaare, sowie in dem Vorkommen stilettähnlicher Kiefer und eines Rüssels, welcher vielleicht als aus mehreren Stücken verwachsen gedeutet werden kann, während anderseits das Fehlen jeglicher Gliederung der Extremitäten einen einschneidenden Gegensatz zwischen den Tardigraden und den Arthropoden überhaupt bedingt; denn selbst die Beine der streng parasitischen Sarcopten, wie die Embryonalgliedmaßen der Linguatuliden, lassen

eine deutliche Gliederung erkennen. — DUJARDIN (1, pag. 14) hat ein marines Bärentierchen beschrieben, Lydella Duj., welches gegliederte Beinpaare besitzen soll, doch fehlt leider bis heute eine weitere Bestätigung dieser Beschreibung. Auch die embryonale Entwicklung giebt keinen Aufschluß über die Beziehungen dieser kleinen Gruppe, zumal sich die Beobachtung von SIEBOLD's, nach welcher die Emydien als sechsfüßige Larven ähnlich den Acarinenlarven auskriechen sollten, durch die Untersuchungen KAUFMANN's (63) als irrig erwiesen hat. Die stummelförmigen Beine der Tardigraden zeigen demnach dauernd einen Zustand, welchen diejenigen der Arachniden und Arthropoden überhaupt nur in der ersten Zeit der embryonalen Entwicklung durchlaufen.

Litteratur.

51. BALBIANI, M.: „Mém. sur le développement des Phalangides." Ann. d. Sciences nat. (5) XVI. Paris. 1872.
52. — —: „Mém. sur le développement des Aranéides." Ann. d. Sc. Nat. (5) XVII. Paris. 1873.
53. CARUS, J. V.: „System d. tierischen Morphologie." Leipzig. 1853.
54. CLAPARÈDE, E.: „Recherches sur l'évolution des Araignées." Natuurk. Verhandelingen I., 1. Utrecht. 1862.
55. — —: „Studien an Acariden." Zeitschr. f. wiss. Zoologie. XVIII. 1868.
56. CRONEBERG, A.: „Über die Mundteile der Arachniden." Arch. f. Naturgesch. 46. Jahrg. I. 1880.
57. DUGÈS, ANT.: „Recherches sur l'ordre des Acariens en général et la fam. ect." Ann. d. Sc. Nat. (2). I. Paris. 1834.
58, ERICHSON, W. F.: „Über zoolog. Charaktere der Insekten, Arachniden und Crustaceen." Entomographien. Berlin. 1840.
59. HENKING, H.: „Beiträge zur Anat., Entwicklungsgesch. und Biologie von Trombidium fulginosum Herm." Göttingen. 1882.
60. HUTTON, TH.; „Observations on the habits of a large species of Galeodes." Ann. and Mag. of Nat. Hist. XII. London. 1843.
61. HUXLEY, Th. H.: „Grundzüge d. Anat. d. wirbell. Tiere." Leipzig. 1878.
62. JOYEUX-LAFFUIE, J.: „Poison Apparatus and Poison of Scorpions." Journ. of the Royal Micr. Soc. (2). IV.
63. KAUFMANN, J.: „Über die Entw. und die systemat. Stellung der Tardigraden." Zeitschr. f. wiss. Zool. III. 1851.
64. KRAMER, P.: „Über die postembryonale Entw. der Milbengattung Glyciphagus." Arch. f. Naturg. 43. J. 1879.
65. — —: „Über Segmentierung bei den Milben." Arch. f. Naturg. 48. Jahrg. I. 1882.
66. LEYDIG, F.: „Zum feineren Bau der Arthropoden." Arch. f. Anat. u. Physiol. 1855.

67. Lindströin, G.: „A scorpion (Palaeophoneus) from the Silurian Formation of Sweden." Ann. of Nat. Hist. (5) XV, 85. 1885.
68. Mégnin, P.: „Note sur une nidification particulière ect." Bull. des séances de la Société Entom. de France. 1880.
69. Newport, G.: „Monograph of the Class Mygriapoda, Order Chilopoda, etc." Transact. of the Linn. Society. XIX. 1865.
70. Schimkewitsch, Wlad.: „Zur Entwicklungsgeschichte der Araneen." Zoolog. Anzeiger. 1884. pag. 451—53.
71. Zenker, W.: „Anatomisch-system. Untersuchungen über die Krebstiere." Berlin. 1854.

III. Respirationsorgane.

Die Organe der Atmung, welche bei den Arachniden meist als gesonderte auftreten, werden der vegetativen Organgruppe zugerechnet. Daher dürfte es nicht unwichtig sein, bevor das erste dieser Organgruppe angehörige System im einzelnen zur Vergleichung gelangt, in kurzen Umrissen die gegenseitigen Beziehungen zu erörtern, sowohl der vegetativen Organe im allgemeinen, wie der Respirations- und Zirkulationsorgane im besondern.

Wie Carus (43, pag. 48) des Weiteren ausführt, ist a priori anzunehmen, daß die vegetativen Organe entstanden sind durch Arbeitsteilung, indem die einzelnen Funktionen der Ernährung, welche ursprünglich in ihrer Gesamtheit von der Urdarmhöhle versehen wurden, einzelnen, differenzierten Teilen derselben anheimfielen. Das Auftreten eines gesonderten Organes zur Nahrungsaufnahme und Verdauung, des Darmsystems, mußte notwendig die Differenzierung von Organen bedingen, welche die in jenem bereitete Ernährungsflüssigkeit allen Körperteilen zugänglich machten und nach Bespülung derselben zurückführten. Da aber diese Flüssigkeit durch die Abgabe tauglicher und die Aufnahme untauglicher Stoffe in Berührung mit den Geweben ihre Zusammensetzung änderte, mußte ihr Gelegenheit gegeben werden, sich durch Gasaustausch mit dem umgebenden Medium zu regenerieren und sich des gänzlich unbrauchbaren Materiales durch Ausscheidung zu entledigen. So entstanden gleichzeitig und notwendig mit der Sonderung eines Darmes eine Reihe anderer Organe, welche sich mehr oder weniger gegenseitig bedingen und welche daher bezüglich ihrer Differenzierung in engen Beziehungen stehen müssen.— Es sind dies die Organe der Atmung, des Kreislaufes und der Exkretion, welche Organsysteme sich auch bei den Arachniden meist mehr oder weniger differenziert vorfinden.

Namentlich sind es die Organe der Atmung und des Kreislaufes, welche nicht nur bezüglich ihrer Funktion, sondern auch betreffs ihrer morphologischen Eigentümlichkeiten in Wechselwirkung stehen. Je nach der Komplikation des einen Organsystems wird auch das andere entsprechend modifiziert. Ist die Atmung diffus, d. h. sind die Respirationsorgane über die ganze Körperoberfläche verteilt oder durch alle Körperteile verbreitet, so zeigt sich das Gefäßsystem dementsprechend weniger hoch entwickelt, denn dann ist der Körperflüssigkeit überall Gelegenheit gegeben, mit dem umgebenden Medium in Gasaustausch zu treten; — ist dagegen die Atmung lokalisiert, d. h. sind die Respirationsorgane auf bestimmte Körperteile beschränkt, so paßt sich auch das Gefäßsystem diesem Verhalten an, indem es durch starke Ausbildung zu und ableitender Gefäße möglichst aller Körperflüssigkeit Gelegenheit zu geben sucht, zu den lokalisierten Atmungsorganen zu gelangen. — Besonders auffallend ausgeprägt treten diese Wechselbeziehungen zwischen Atmungsorganen und Gefäßsystem bei den Arachniden auf, welche Beispiele sowohl gänzlich diffuser Atmung (Solpugiden), wie auch vollkommen lokalisierter Respiration (Scorpionideen) darbieten und zwischen beiden Formen vermittelnde Übergänge erkennen lassen (zweilungige Araneiden). Schon Blanchard (72, pag. 350) faßte diese Wechselbeziehungen in dem Satze zusammen: „L'appareil circulatoire et l'appareil respiratoire (des Arachnides) sont intimement unis l'un à l'autre, sont complétement dépendants l'un de l'autre“.

Mit Ausnahme der Tardigraden, Linguatuliden und Pycnogoniden, sowie vieler Acarinen, bei welchen differenzierte Atmungsorgane bisher nicht mit Sicherheit aufgefunden worden sind, atmen die Arachniden mittels luftführender Röhren, der sog. Tracheen, welche sich durch Stigmen nach außen öffnen, — in derselben Weise wie die Peripatiden, Myriapoden und Hexapoden, mit welchen zusammen sie in der großen Abteilung der Tracheaten vereint worden sind. Während aber bei den letztgenannten Gruppen diese luftführenden Kanäle im allgemeinen nur als sog. Röhrentracheen auftreten, findet sich bei den Arachniden noch eine zweite, von den Röhrentracheen äußerlich anscheinend sehr verschiedene Form der Atmungsorgane vor, die Tracheenlungen oder Blättertracheen. Die Arachniden, — soweit sie überhaupt gesonderte Atmungsorgane besitzen, — atmen entweder nur durch Röhrentracheen (Solpugiden; Chernetiden; Cyphophthalmiden; Phalangiden; Acarinen z. T.), oder ausschließlich durch Lungen (Scorpionideen; Pedipalpen;

vierlungige Araneiden), oder endlich durch Röhrentracheen und Lungen zugleich (zweilungige Araneiden).

Die Scorpionideen besitzen, wie zuerst CUVIER entdeckte, vier Paar Lungen, welche sich mit acht seitlich gelegenen Spalten auf den ventralen Teilen des dritten bis sechsten Hinterleibsringes, also des zehnten bis dreizehnten Körpersegmentes, nach außen öffnen, demnach auf die hintere Körperregion beschränkt sind [1]).

Die Pedipalpen sind nach den Untersuchungen VAN DER HOEVEN's (36, pag. 76) mit zwei Paar Fächertracheen versehen. Dieselben liegen an der Bauchseite auf dem zweiten und dritten Abdominalsegment, also dem neunten und zehnten Körpersegment, und kommunizieren durch zwei Paar ein wenig seitlich liegende Stigmen mit dem umgebenden Medium; — sie gehören also ebenfalls der hinteren Körperregion an.

Die Araneiden besitzen entweder nur Lungen oder Lungen und Röhrentracheen zugleich. Die Atmungsorgane sind stets zu zwei Paaren vorhanden und münden auf der Bauchseite des Abdomens nach außen. Während die vierlungigen Araneiden (Tetrapneumones) oder Mygaliden (Mygale; Cteniza; Atypus) zwei Paar Lungen aufweisen, welche sich an der Basis des Hinterleibes mit vier ventral gelegenen Stigmen nach außen öffnen, findet sich bei allen übrigen Araneiden (Dipneumones) nur ein Lungenpaar, welches dem vorderen Lungenpaar der Mygaliden homolog zu erachten ist und nur selten rückgebildet erscheint (Pholcus). Hinter dem zu diesen Fächertracheen führenden Stigmenpaar findet sich entweder ein zweites Stigmenpaar (Dysdera; Segestria; Argyroneta) oder eine unpaare, median gelegene Querspalte (bei der Mehrzahl der Dipneumones), welche zu Röhrentracheen führen. — Daß diese unpaare Spalte durch Verschmelzung zweier ursprünglich seitlich symmetrisch gelegener Stigmen entstanden ist, kann nach den diesbezüglichen Untersuchungen BERTKAU's (73, pag. 224) füglich nicht mehr bezweifelt werden, zumal die von jener Querspalte entspringenden Tracheen in einzelnen Fällen (Dictyna) ihre ursprüngliche Duplizität deutlich erkennen lassen. Die Ansicht LEUCKART's (75, pag. 253), nach welcher die Araneiden „in der Norm drei Stigmenpaare besessen haben", deren erstes stets vorhanden ist, während das zweite oder dritte ausfallen, wurde schon

---

[1]) MAC LEOD (15, pag. 2) giebt die Lage der Stigmen auf dem neunten bis zwölften Körpersegment an, weil er die Scheitellappen nicht als erstes Segment in Rechnung stellt.

von Bertkau dahin modifiziert, daß ursprünglich bei den Araneiden nur zwei Stigmenpaare vorhanden gewesen sind, welche dicht hintereinander gelegen waren (Mygale; Dysdera; Segestria), deren zweites jedoch in vielen Fällen mit der Verschmelzung und Verlagerung der Hinterleibssegmente sekundär nach hinten verschoben wurde und im Laufe der Stammesentwicklung häufig zu einem unpaaren Stigma verschmolz. Die von dem zweiten Stigmenpaar entspringenden Röhrentracheen zeigen eine sehr verschiedene Komplikation. Bei Dysdera, Segestria und Argyroneta, bei welchen die zweiten Stigmen noch weit nach vorn gelegen sind, bestehen dieselben aus einem gabelspaltigen Stamm, dessen einer Gabelast nach vorn in die Kopfbrust verläuft, während der andere sich zum Hinterleibe wendet; beide Aste geben von ihren Enden eine große Anzahl unverästelter Röhrchen ab, welche sich durch alle Körperteile verbreiten. Bei den übrigen zweilungigen Araneiden, deren Tracheen von der mehr oder minder weit nach hinten gelegenen Querspalte entspringen, finden sich entweder zwei, oft gabelspaltige Stämme (Dictyna), welche auf eine kürzere oder längere Strecke miteinander verschmolzen sind und welche von ihren Enden aus oder auch in ihrem ganzen Verlauf in unregelmäßigen Abständen Röhrenbüschel abgeben, — oder es sind Modifikationen vorhanden, welche sich ohne Schwierigkeit auf eine der vorgenannten Formen der Röhrentracheen zurückführen und durch Rückbildung, veranlaßt durch die Konzentration des Hinterleibes, erklären lassen.

Die Solpugiden besitzen nach Dufour (29, pag. 404) drei Stigmenpaare, deren erstes am ersten Thorakalring liegt, während sich das zweite und dritte auf dem zweiten und dritten Abdominalring, also dem neunten und zehnten Körpersegment finden. Dieselben sind also nicht auf die hintere Körperregion beschränkt. Sie liegen ventral und führen zu Röhrentracheen, welche sich, wie diejenigen der meisten Myriapoden und Hexapoden, baumartig verästeln und einen abrollbaren Spiralfaden deutlich erkennen lassen. Nach Kittary (29, pag. 404) soll bei Galeodes araneoides auf dem vierten Abdominalring noch ein medianes, unpaares Stigma vorhanden sein, dessen jedoch weder A. Milne-Edwards noch Blanchard Erwähnung thun. Auch an den mir zur Verfügung stehenden Exemplaren war dasselbe nicht vorhanden, so daß wohl anzunehmen ist, daß Kittary's Angabe auf einer irrtümlichen Beobachtung basiert.

Bei den Chernetiden finden sich nach Menge (76, pag. 15) und Stecker (19, pag. 338) meist zwei Paar Stigmen, welche an der Bauchseite des zweiten und dritten Hinterleibsringes, also des neunten und zehnten Körpersegmentes, liegen und ausschließlich zu Röhrentracheen führen. Nur bei Cheiridium museorum ist ein einziges Stigmenpaar vorhanden. Während die von dem vorderen Stigmenpaar ausgehenden Tracheen aus je einem in der Kopfbrust verlaufenden Stamm bestehen, dessen innere Cuticula ein zierliches Fasernetz oder auch einen deutlichen Spiralfaden differenziert zeigt, und welcher entweder seitliche Zweige abgiebt, die sich in Röhrenbüschel auflösen (Chthonius), oder nur an seinem Ende ein pinselförmiges Röhrenbüschel trägt, (Chelifer u. a.), — sind die von dem hinteren Stigmenpaar entspringenden Tracheen, welche im Abdomen verlaufen, meist aus einer größeren Anzahl unverästelter Röhrchen zusammengesetzt, welche oft direkt von einer das Stigma deckenden, siebförmig durchlöcherten Platte entspringen und nur selten einem kurzen Stamm aufsitzen (Chernes cimicoïdes). Bei Cheiridium entspringen von dem einzigen, vorhandenen Stigmenpaar sowohl die die Kopfbrust versorgenden Stämme als auch die im Hinterleib verlaufenden Röhrenbüschel. Dieser Umstand legt die Annahme nahe, daß dies eine Stigmenpaar durch Verschmelzung der bei den übrigen Chernetiden vorhandenen zwei Stigmenpaare entstanden ist; eine Annahme, welche noch dadurch an Wahrscheinlichkeit gewinnt, daß bei Cheiridium nur zehn Hinterleibsringe, bei den übrigen Chernetiden dagegen elf vorhanden sind, und daß also mit der Verschmelzung zweier getrennter, je ein Stigmenpaar tragender Hinterleibsringe auch die Stigmen jeder Seite sich näherten und endlich zu einem einzigen vereinigten.

Während sich bei Cyphophthalmus nach Joseph (10) nur ein Stigmenpaar auf dem ersten Hinterleibsringe, also dem achten Körpersegment ventral findet, sind bei Gibocellum nach Stecker (19, pag. 337) deren zwei vorhanden. Dieselben liegen auf den Ventralteilen des zweiten und dritten Hinterleibsringes, also des neunten und zehnten Körpersegmentes. Das vordere Paar führt, wie bei der Mehrzahl der Chernetiden, zu zwei Tracheenstämmen, welche sich im Cephalothorax vereinen und verästeln, und deren innere Cuticula einen Spiralfaden deutlich erkennen läßt. Von dem hinteren Stigmenpaare indessen nehmen je ein Büschel einfacher Röhren ihren Ursprung, welche einzeln auf den siebartig durchlöcherten Stigmenklappen ausmünden. Der Umstand, daß sich bei Cyphophthalmus nur ein Stigmenpaar und

zwar auf dem ersten Abdominalsegment findet, läßt sich vielleicht auf eine Verschmelzung mehrerer Hinterleibsringe und eine Vereinigung der auf ihnen jederseits gelegenen Stigmen zurückführen.

Die Phalangiden besitzen nach Tulk (49, pag. 327) nur ein Stigmenpaar. Dasselbe liegt ventral und seitlich symmetrisch an der Basis des mit der Kopfbrust verschmolzenen Hinterleibes dicht hinter den Hüftgliedern des sechsten Extremitätenpaares und führt zu außerordentlich hoch differenzierten Tracheen. Jeder der beiden mit einem deutlichen Spiralfaden ausgerüsteten Tracheenstämme verläuft nach vorn in den Cephalothorax und giebt in seinem ganzen Verlaufe Zweige ab, welche sich weiter verästeln und in mannigfacher Weise anastomosieren. Die nahe dem Ursprung der Stämme sich abzweigenden Äste verlaufen im Abdomen.

Die Acarinen besitzen nur zum Teil gesonderte Respirationsorgane; doch geht aus der Zusammenstellung Kramer's (74) hervor, daß dieselben meist nur parasitisch lebenden Formen, wie Sarcoptes, Demodex, Tyroglyphus u. a. abgehen. Dieser Mangel gesonderter Atmungsorgane läßt sich daher wohl auf eine Rückbildung der Tracheen durch Anpassung an eine streng parasitische Lebensweise zurückführen. Eine sehr interessante Übergangsform von den tracheaten zu den atracheaten Acarinen beschreibt Claparède (55, pag. 512) unter dem Namen Hoplophora. Bei dieser Milbe findet sich nämlich jederseits am vorderen Körperabschnitt ein Stigma, welches jedoch nicht zu einem eigentlichen Tracheenstamm führt, sondern zu drei kurzen, röhrenförmigen, blind geschlossenen Taschen, „den Rudimenten der Luftröhren“, deren Ähnlichkeit mit den Lungen der Araneiden Claparède besonders betont (Lungen-Acariden). Bei der Mehrzahl der Acarinen dagegen findet sich ein Stigmenpaar, welches zu mehr oder minder hoch differenzierten Röhrentracheen führt. Bei Tetranychus fand Claparède (55, pag. 485) ein einziges, unpaares, median gelegenes Stigma, von welchem jedoch zwei Tracheenstämme ihren Ursprung nahmen; ein Umstand, welcher darauf schließen läßt, daß dieses unpaare Stigma durch Verschmelzung zweier, ursprünglich getrennter Tracheenorificien entstanden ist. Die Lage dieses einzigen Stigmenpaares ist eine sehr verschiedene. Entweder, — und zwar in den meisten Fällen, — liegen die zwei Stigmen ventral dicht hinter oder vor den Hüftgliedern des letzten Extremitätenpaares (Ixodiden; Gamasiden u. a.), wie auch oft weiter vorn

(Oribatiden u. a.), oder sie liegen dorsal an der Basis der Cheliceren (Trombidien; Hydrachniden; Bdelliden u. a). Diese dorsale Lagerung der Stigmen muß jedoch als eine sekundäre bezeichnet werden und die von ihnen entspringenden Tracheen sind als eine Neubildung zu betrachten. Wie Henking (59, pag. 620) beobachtete, fanden sich während eines frühen Larvenstadiums von Trombidium fulginosum ein Paar seitlich am vorderen Körperabschnitt liegende Gebilde von trichterförmiger Gestalt, welche wahrscheinlich als die Rudimente der ererbten Tracheen anzusprechen sind und von Henking als Urtracheen bezeichnet werden. Dieselben werden im weiteren Verlaufe der Entwickelung gänzlich rückgebildet, dagegen legen sich dorsal während des Nymphenstadiums die bleibenden Stigmen und Tracheen an. Die von den Stigmen entspringenden Tracheen sind von verschiedener Ausbildung; so finden sich bei Ixodes, Gamasus, — überhaupt bei allen Milben mit scheerenförmigen Cheliceren (nach Dujardin), — verästelte Tracheen, welche oft einen Spiralfaden erkennen lassen (Ixodes); während bei den übrigen tracheaten Acarinen nur einfache Tracheenstämme vorhanden sind, von deren Enden unverästelte Röhrchen büschelförmig ausstrahlen. Die Beobachtung Pagenstecher's (1, pag. 33), daß den Jugendzuständen, also den sechsbeinigen Larven, einiger tracheater Acarinen wie Ixodes und Trombidium das Tracheensystem gänzlich fehlt, — eine Beobachtung, welche Kramer (74, pag. 217) als eine für alle Tracheenmilben längst bekannte Thatsache anführt, — scheint doch nicht so allgemeine Gültigkeit beanspruchen zu können. Die Auffindung der Urtracheen bei Trombidium läßt im Gegenteil vermuten, daß sich ähnliche Gebilde auch bei den Larven der übrigen tracheaten Milben finden werden.

Bei den Linguatuliden, Tardigraden und Pycnogoniden werden gesonderte Atmungsorgane gänzlich vermißt. Was zunächst die Linguatuliden anlangt, so ist dieser Mangel wohl durch Anpassung an die endoparasitische Lebensweise dieser Tiere zu erklären und eine Rückbildung der differenzierten Atmungsorgane nicht unwahrscheinlich, da dieselben mit dem Aufenthalt der Pentastomen in den Geweben anderer Tiere überflüssig wurden. Die Linguatuliden, ebenso wie die atracheaten Acarinen, atmen wahrscheinlich durch die gesamte Körperfläche.

Für das Fehlen gesonderter Atmungsorgane bei den Tardigraden läßt sich vielleicht eine Erklärung in der außerordentlichen Kleinheit dieser Tiere, sowie vor allem darin finden, daß

dieselben, — wenn auch nicht in dem Maße wie die Pycnogoniden, — Wasserbewohner sind und daher luftführender Kanäle entbehren können. Daß die Macrobioten, wie Greef (32, pag. 121) angiebt, sonnige Stellen besonders lieben, an welchen die Feuchtigkeit bald verdampft, thut dem oben Gesagten keinen Abbruch, da dieselben mit dem Austrocknen ihres Wohnortes (Moos, Sand u. s. w.) in einen starren Zustand verfallen und erst nach Zufuhr genügender Feuchtigkeit wieder aufleben. Ob den Tardigraden, wie Doyère (28, pag. 316) annimmt, ausschließlich eine Atmung durch die Haut zuzuschreiben ist, — oder ob, wie Carus (53, pag. 143) vermutet, eine Darmatmung statthat, läßt sich zur Zeit nicht entscheiden, wenn auch einige Beobachtungen Doyère's auf die letztgenannte Form der Respiration hinzuweisen scheinen. Eine Rückbildung der Atmungsorgane der Tardigraden anzunehmen, liegt immerhin im Bereiche der Möglichkeit, wenn auch zugestanden werden soll, daß bei Berücksichtigung der sonstigen Verhältnisse dieser Tiergruppe eine derartige Annahme eine rein hypothetische genannt werden muß.

Bei den Pycnogoniden glaubt Hoek (35, pag. 124), wie schon früher Zenker (50, pag. 383), in den das Integument durchsetzenden Cavernen zum Teil der Atmung dienende Organe gefunden zu haben, zumal er in denselben oft Anhäufungen von Blutkörperchen vorfand. Dohrn dagegen (27, pag. 38) vertritt die Ansicht, daß alle diese Cavernen nur als Behälter von Hautdrüsen anzusehen sind, welch letztere mit Borstenapparaten in Verbindung stehen und eine giftige Flüssigkeit sezernieren. Beide Anschauungen lassen sich vielleicht dahin vereinen, daß ursprünglich alle diese Höhlungen die von Dohrn entdeckten Hautdrüsen bargen, daß sich aber ein Teil derselben allmählich der Atmung unterzog, indem an Stelle von Flüssigkeit Gas sezerniert wurde. Sollte sich eine derartige Auffassung, welcher auch Hoek nicht abgeneigt scheint, durch erneute Untersuchungen bewahrheiten, so fände sich hier eine interessante Übergangsstufe in der Entwickelungsreihe der Atmungsorgane der Arthropoden, welche eine neue Stütze der von Moseley aufgestellten Hypothese über die Entstehung der Tracheen insofern sein würde, als sie den Nachweis lieferte, daß sich wirklich Hautdrüsen zu Atmungsorganen umbilden können. Zugleich aber würde dies ein Grund mehr sein, die Pycnogoniden von den Arachniden im besondern und den Tracheaten im allgemeinen zu trennen und als einen besonderen Zweig des großen Arthropodenstammes aufzufassen, welcher sowohl mit dem Zweige

der Crustaceen wie auch der Tracheaten an seiner Ursprungsstelle zusammenhängt.

Die Atmungsorgane der Arachniden bieten, wie sich aus vorstehenden Befunden ergiebt, große Verschiedenheiten dar, sowohl was ihre äußere Form anlangt, als auch was ihre Zahl und Lage betrifft. Und doch lassen sich diese verschiedenen Erscheinungsformen auf eine einzige, primitive und ursprüngliche Form zurückführen, ebenso wie sich für die wechselnde Zahl und Lage der Orificien eine Erklärung geben läßt.

Was zunächst die Form der Respirationsorgane anlangt, so finden sich, wie oben erwähnt wurde, vor allem zwei, äußerlich anscheinend sehr verschiedene Modificationen, die Röhrentracheen und die Tracheenlungen oder Fächertracheen. Die Röhrentracheen treten in drei hauptsächlichen Modifikationen auf, welche durch allmähliche Übergänge eng miteinander verknüpft sind. Bei den Solpugiden, den Cyphophthalmiden und den Phalangiden, sowie einigen Chernetiden und Acarinen (Ixodes) finden sich Röhrentracheen, welche in ihrer Gesamterscheinung denjenigen der Hexapoden gleichen, und welche sowohl bezüglich ihres anatomischen Baues wie auch betreffs ihrer feineren Struktur die am höchsten differenzierte Modifikation darbieten. Von dem Stigma, welches oft mit einem membranösen oder klappenartigen Verschluß versehen ist, entspringt ein Tracheenstamm, welcher sich im ganzen Körper baumartig verästelt, und dessen Äste mit denjenigen anderer Stämme Anastomosen bilden. Die innere Cuticula läßt einen deutlich entwickelten, oft abrollbaren Spiralfaden erkennen.

Eine zweite Modifikation der Röhrentracheen findet sich bei vielen Araneiden, den meisten Chernetiden und der Mehrzahl der tracheaten Acarinen. Ein von dem Stigma entspringender Stamm, welcher sich meist gabelig teilt, selten stärker verästelt und dann einen Übergang zu der erstgenannten Form anbahnt, giebt entweder in seinem ganzen Verlauf in unregelmäßigen Abständen oder auch nur von seinen Enden Büschel unverästelter, feiner Röhrchen ab, welche sich durch den ganzen Körper verbreiten. Die innere Cuticula zeigt keinen deutlichen Spiralfaden entwickelt, dagegen finden sich in derselben feine Körnchen, Plättchen, Fasern, oder Stäbchen differenziert, welche nach Leuckart (75) als Äquivalente des Spiralfadens aufzufassen sind, und welche bisweilen zu zierlichen Fasernetzen (Cheiridium) oder Ringen (einige Chernetiden; Dysdera) zusammentreten. Die Anwesenheit des Spiralfadens bedingt eine hohe Elastizität der Tracheen; und die ellip-

tisch, oft sogar bandartig abgeplattete Form der Tracheen vieler Araneiden läßt sich nach von Siebold (75, pag. 525) darauf zurückführen, daß dieselben bei der Abwesenheit des Spiralfadens dem Druck der angrenzenden Organe keinen genügenden Widerstand zu leisten im stande sind. Eine ähnliche Modifikation der Tracheen findet sich auch unter den Myriapoden bei den Juliden.

Eine dritte Form der Röhrentracheen findet sich bei einigen Chernetiden, sowie bei Gibocellum. Hier ist der eigentliche Tracheenstamm gänzlich geschwunden und die einfachen Röhrchen entspringen direkt von dem Stigma. Übergänge von dieser Modifikation zu der vorhergehenden finden sich bei einigen Chernetiden (Chernes cimicoïdes), bei welchen der Stamm der von den hinteren Stigmen entspringenden Tracheen auf eine kurze Röhre reduziert ist, welche an ihrem Ende ein Röhrenbüschel trägt.

Die Lungen, welche Cuvier zuerst bei Scorpio entdeckte, wurden von Treviranus u. A. für eine Art von Kiemen gehalten und demnach gedeutet; ja Newport (42, pag. 295) glaubte sogar auf den einzelnen Blättern ein feines Kapillarnetz entdeckt zu haben. Diese Auffassung der Lungen wurde durch J. Müller's Untersuchungen zum Teil richtig gestellt; doch erst Leukcart (45) lieferte den Nachweis, daß die bis dahin für eigenartige Gebilde gehaltenen Lungen der Arachniden nur modifizierte Tracheen seien und sich ohne Schwierigkeit auf die bandartig abgeplatteten Büscheltracheen zurückführen lassen. Die durch das Stigma nach außen sich öffnende Lufthöhle repräsentiert nach Leuckart's Auffassung den verkürzten Tracheenstamm, und die ihr ansitzenden Fächer sind anzusehen als die von diesem Stamm ursprünglich unregelmäßig entspringenden Röhrchen, welche sich regelmäßig in eine Reihe angeordnet und eng aneinander gelagert haben. Auch Blanchard (72, pag. 346) erkannte in den Lungen und Tracheen der Arachniden morphologisch identische Gebilde und urteilte, „que le trachée n 'est que le poumon qui s 'allonge", oder daß die Lunge nur eine Trachee ist, welche sich verkürzt. Für eine derartige Auffassung sprechen auch im allgemeinen die histologischen Befunde. Die Wandung der Lufthöhle ist wie diejenige des Tracheenstammes aus drei Schichten zusammengesetzt; einer chitinösen inneren Cuticula, einer zelligen Chitinogenschicht und einer zarten Cuticula externa, welch letztere sich in die unten erwähnte Umhüllungsmembran fortsetzt. Die die Wandung der Luftröhre auskleidende chitinöse Cuticula ist nach den Untersuchungen Mac Leod's (15, pag. 3.11) als eine Fortsetzung der

äußeren Chitinhaut zu betrachten. Nicht ganz so vollkommen übereinstimmend ist die histologische Zusammensetzung der einzelnen Lungenfächer und der Tracheenröhren. Denn, wie SCHIMKEWITSCH (18, pag. 64) ausführt, müßten die Chitinogenschichten zweier benachbarter Lungenfächer, also eines Lungenblattes, durch eine doppelte Cuticula externa getrennt sein. Diese ist jedoch nicht vorhanden und zwischen den beiden Chitinogenschichten findet sich eine Höhlung, in welche das Blut eintritt. Dagegen findet sich eine Membran, welche die die Lunge umgebende Lacune oben begrenzt und sich in die äußere Schicht der Lungenvenenwandung fortsetzt. Diese die Lunge umhüllende Membran, deren Vorhandensein allerdings von CLAPARÈDE und BERTKAU bestritten wird, ist nach SCHIMKEWITSCH als die äußere Tunica zu betrachten, welche „sich von der Lunge zurückgezogen hat und den sekundären Zweigen des Hauptstammes nicht gefolgt ist".

Sind somit die Lungen und Röhrentracheen der Arachniden nur als Modifikationen eines und desselben Atmungsorganes zu betrachten, so drängt sich die Frage auf, welche der beiden Formen die ursprünglichere sei, ob sich die Lungen aus Röhrentracheen oder die Röhrentracheen aus Lungen entwickelt haben. RAY-LANKESTER, welcher limulidenähnliche Formen als Vorfahren der Arachniden, speziell der Scorpionideen zu erweisen bemüht ist (17, pag. 543), hat versucht, mittels geistreicher Hypothesen die Anhänge beider Gruppen auf diejenigen einer gemeinsamen Stammform zurückzuführen. Dabei hat er die Lungen der Scorpionideen den Blätterkiemen der Limuliden als homolog erachtet und auf ziemlich künstliche Weise versucht, beide Arten von Respirationsorganen von den buchähnlichen Kiemenanhängen (book-like gills) jener hypothetischen Stammform abzuleiten. Was die Kiemenanhänge der Limuliden anlangt, so scheint jene Ableitung einfach und naturgemäß; — was aber die Lungen der Scorpionideen betrifft, so scheint sie künstlich und unbegründet. Die Hauptschwierigkeit, beide Arten von Atmungsorganen, die äußeren Kiemenanhänge der Limuliden und die inneren Lungen der Scorpionideen, homolog zu erweisen, liegt darin, einen plausibeln Grund für das Einsinken jener äußeren Kiemenanhänge anzugeben. Und an diesem Hauptpunkte scheitern die diesbezüglichen Hypothesen gänzlich. Denn ganz abgesehen von jener ersten Hypothese (17, pag. 541), deren Unzulänglichkeit RAY-LANKESTER selbst zugestanden hat (77, pag. 339), scheint es doch immerhin gewagt, dieses Einsinken ursprünglich äußerer Atmungsorgane auf ein

Einwärtswachsen derselben während der Embryonalzeit zu basieren und das Einwärtswachsen selbst mit dem äußeren Druck auf die Oberfläche des wachsenden Embryonen zu begründen. Auch die diesbezüglichen Untersuchungen Mac Leod's (15) liefern nur den Nachweis, daß zwischen den Lungenblättern der Scorpionideen und den Kiemenblättern der Limuliden bezüglich ihres anatomischen Baues „frappante Analogien" zu konstatieren sind, liefern aber durchaus nicht den Beweis, daß beiderlei Gebilde homolog zu erachten seien, zumal auch Mac Leod die eventuelle Homologie nur mittels einer äußerst geschickten Hypothese zu erweisen versucht, einer Hypothese, für welche sich Gründe auch in der Entwicklungsgeschichte der Lungen keineswegs finden lassen. Diese Hypothesen dürften daher, wenn auch nicht für widerlegt, so doch für höchst unwahrscheinlich im Vergleich mit den einfachen Ausführungen Leukcarts angesehen werden und nur dem Bemühen zuzuschreiben sein, die Kluft zwischen Limuliden und Arachniden bezüglich der Atmungsorgane zu überbrücken. Kann nun von dieser Auffassung der Lungen um so mehr abgesehen werden, als dann das Auftreten thorakaler Stigmen und Tracheen nur als eine schwer erklärliche Neubildung angesehen werden muß, so müssen doch noch die Gründe einer Erörterung unterzogen werden, welche Bertkau und Schimkewitsch anführen, um zu erweisen, daß die Lungen als die ursprünglichen Atmungsorgane der Arachniden anzusehen seien. Bertkau, welcher bei Gelegenheit der Besprechung der Araneiden die Frage diskutiert, welches die älteren Formen dieser Gruppe seien, die vierlungigen oder die zweilungigen, — eine Frage, welche sich mit der oben angeregten fast deckt, — kommt zu dem Schluß, daß die vierlungige Form die stammesgeschichtlich ältere sei. Und zwar glaubt er in dem komplizierteren Kopulationsapparat der lebenden zweilungigen Araneiden einen wichtigen Beweis für ihr späteres Auftreten zu erkennen, ebenso wie in dem Umstand, daß bei der Mehrzahl der zweilungigen Formen das zweite Stigmenpaar zu einer Spalte verschmolzen ist, und endlich darin, daß die älteste, bekannte, fossile Araneidenform den Vierlungern zuzurechnen sei. Was den ersten Punkt anlangt, so ist das Kopulationsorgan der Araneiden eine dieser Gruppe eigentümliche, durch Anpassung erworbene Einrichtung und, wie sich vermuten läßt, sehr anpassungsfähig, so daß dessen mehr oder weniger komplizierter Bau bei den recenten Araneiden nur ein sehr unwesentliches Moment für die Entscheidung einer Frage sein kann, welche für die gesamte Abteilung der Arachniden

von fundamentaler Bedeutung ist. Daß ferner bei der Mehrzahl der zweilungigen Araneiden das zweite Stigmenpaar verschmilzt, kann doch nur als Grund dafür angezogen werden, daß sich mehrere divergente Zweige in dieser Gruppe entwickelt haben, zumal ja auch noch zweilungige Formen vorhanden sind, deren zweites Stigmenpaar getrennt ist. Ob endlich auf den Umstand, daß die älteste bekannte Araneidenform den Territelarien angehört, so viel Gewicht gelegt werden darf, muß billig bezweifelt werden, wenn bedacht wird, daß die die Araneiden und Arachniden überhaupt betreffenden paläontologischen Funde äußerst spärliche genannt werden müssen. SCHIMKEWITSCH (18, pag. 67), welcher auf Grund der Segmentierung und Gliederung die Scorpionideen für primitivere Formen als die Araneiden, die letzteren dagegen für ursprünglichere Formen als die Opilioniden und Acarinen hält, glaubt daraus schließen zu müssen, daß auch die Lungen ursprünglicher als die Röhrentracheen seien, weil nämlich die Scorpionideen nur Lungen, die Opilioniden und Acarinen nur Tracheen, die Araneiden aber Lungen und Tracheen besitzen; — eine Schlußfolgerung, welche sich schon um deswillen angreifen läßt, weil die Solpugiden, welche doch bezüglich der Gliederung der Kopfbrust gewiß ein sehr primitives Verhalten darbieten, gänzlich außer Acht gelassen sind. Außerdem aber betrachtet SCHIMKEWITSCH die Lungen als Modifikationen der Büscheltracheen (trachées en faisceaux) und nimmt als sehr wahrscheinlich an, daß die Vorfahren der Arachniden und der anderen tracheaten Arthropoden diese Büscheltracheen besessen haben. Mit anderen Worten: er leitet die Lungen der Arachniden von Röhrentracheen ab und führt die Röhrentracheen der Arachniden auf die Lungen zurück; läßt also damit indirekt zu, daß die Röhrentracheen die ursprünglichere Form auch für die Arachniden seien. Auch MAC LEOD (15) findet, daß die Tracheen der Araneiden sich auf die Lungen derselben zurückführen lassen, deren letzte stark entwickelte Spalte sie repräsentieren. MAC LEOD geht jedoch dabei von der Hypothese aus, daß die Lungen sich aus kiemenähnlichen Anhängen entwickelt haben. Wenn nun nach den obigen Ausführungen die Unzulänglichkeit dieser Hypothese angenommen werden kann, läßt sich MAC LEOD's Satz ebensowohl umkehren und lassen sich damit die Lungen auf Röhrentracheen zurückführen.

Die Atmungsorgane der Arachniden können also demnach nicht als umgewandelte Kiemen, sondern nur als Modifikationen

der bei den Peripatiden, Myriapoden und Hexapoden auftretenden Respirationsorgane angesehen werden, wie schon HAECKEL in seiner generellen Morphologie ausgeführt hat. Als die primitivsten Formen der Tracheen sind unstreitig diejenigen der Peripatiden zu betrachten, welche auf der ganzen Körperoberfläche zerstreut ausmünden. Aus diesen würden Tracheen abzuleiten sein, welche metamer mit je einem Stigmenpaar ausmünden und verschieden hoch differenziert sein können. Bei den Juliden (Myriapoden) finden sich Tracheen, welche den oben erwähnten Büscheltracheen zu vergleichen sind, einer Modifikation, welche bezüglich ihrer Differenzierung eine noch verhältnismäßig niedere Stufe einnimmt. Diese Büscheltracheen nun sind es, welche auch den Vorfahren der Arachniden zuzuschreiben sein dürften. Aus diesen Büscheltracheen entwickelten sich einerseits die baumartig verästelten und hoch differenzierten Tracheen der Solpugiden, vieler Chernetiden und Phalangiden, — durch Anpassung an eine lebhafte Lebensweise und in Korrelation mit der durch Verschmelzung der Segmente und Kontraktion des Hinterleibes eintretenden Verminderung der Stigmenpaare; — anderseits gingen aus ihnen die mannigfachen Komplikationen der Röhrentracheen, welche sich bei vielen Araneiden, Chernetiden und Acarinen finden, sowie die Lungen der Scorpionideen, Pedipalpen und Araneideu hervor, indem entweder mit der Verkürzung des Hinterleibes und der Verschmelzung der Abdominalsegmente eine Rückbildung der Tracheen eintrat (Araneiden z. T., Acarinen u. s. w.), oder indem mit der starken Ausbildung des äußeren Skelettes eine strenge Lokalisation der Atmungsfunktion Hand in Hand ging (Scorpionideen u. a.). Die einfachen, von einer siebförmig durchlöcherten Stigmenplatte entspringenden Röhrenbündel sind, wie schon oben angeführt wurde, als Röhrentracheen aufzufassen, deren Hauptstamm rückgebildet ist; dieselben finden sich daher auch nur bei Formen, deren Hinterleib eine starke Zusammenziehung erkennen läßt und, sofern ein zweites Stigmenpaar vorhanden ist, stets von diesem ausgehend.

Bevor die wechselnde Zahl der Stigmenpaare zum Gegenstand einer Erörterung gemacht wird, dürfte es angebracht sein, der verschiedenen Hauptansichten über die Ableitung und Entstehung der Tracheen Erwähnung zu thun. Während RAY-LANKESTER die Lungen und damit auch die Tracheen aus Blutgefäßen abgeleitet wissen will (17, pag. 610), glaubt SEMPER dagegen in den Segmentalorganen der Anneliden die Homologa der Tracheen

gefunden zu haben. MOSELEY (41) endlich hat auf Grund seiner Untersuchungen an Peripatus die Vermutung ausgesprochen, daß die Tracheen aus Hautdrüsen entstanden seien, welche ursprünglich über die ganze Körperoberfläche zerstreut lagen; eine Vermutung, welche sich mehr und mehr Boden erobert hat. Doch, für welche dieser Hypothesen man sich auch entscheiden mag, immer wird man gezwungen sein anzunehmen, daß einst eine tracheate Arthropodenform existierte, welche je ein Stigmen- und Tracheenpaar für jedes Segment besaß, welche Verhältnisse nach HATSCHECK (34) noch vorübergehend bei den Lepidopteren auftreten. Durch die heteronome Ausbildung der ursprünglich gleichartigen Segmente und durch die Verschmelzung mehrerer Segmente zu größeren Körperabschnitten wurde die Zahl der Stigmenpaare verringert. Wie nun die Vergleichung des äußeren Skelettes ergeben hat, haben die Solpugiden eine primitivere Gliederung der Kopfbrust, die Scorpionideen dagegen eine ursprünglichere Segmentierung des Abdomens bewahrt. Daraus läßt sich der Schluß ziehen, daß auch die Solpugiden ein ursprünglicheres Verhalten der thorakalen Stigmen, die Scorpionideen dagegen eine primitivere Zahl abdominaler Stigmenpaare aufweisen müssen. Dieser rein theoretische Schluß wird nun durch die thatsächlichen Befunde bestätigt, denn die Solpugiden sind die einzigen Arachniden, welche überhaupt thorokale Stigmen aufzuweisen haben. Mit der allmählichen Verschmelzung der cephalothorakalen Segmente zu einer kompakten Kopfbrust wurden auch die thorakalen Segmente rückgebildet, und die Zahl der abdominalen Stigmenpaare wurde im Anschluß an die weniger bedeutende Längenentwickelung des Hinterleibes (Pedipalpen), wie namentlich infolge der Verminderung der Hinterleibssegmente und der allmählichen Verschmelzung derselben unter sich wie mit dem Cephalothorax reduziert. So erhielten sich bei den Galeodiden, Chernetiden, Cyphophthalmiden (Gibboellum) und Araneiden zwei Paar abdominaler Stigmen, während den Phalangiden und Acarinen, deren Körper die stärkste Konzentration und die geringste Gliederung aufweist, nur ein Paar derselben verblieben ist. Die gänzliche Rückbildung der Stigmen und Tracheen bei vielen Acarinen, sowie den Linguatuliden ist durch Anpassung an die streng parasitische Lebensweise zu erklären. Während auch bei den Tardigraden eine Rückbildung ursprünglich gesonderter Atmungsorgane nicht ausgeschlossen scheint, läßt der Mangel prägnant differenzierter Respirationsorgane bei den Pycnogoniden auf einen ursprünglichen Zustand schließen.

Die Frage, welche von den Stigmenpaaren in den verschiedenen Gruppen homolog, d. h. als auf gleichen Segmenten liegend zu betrachten sind, wird sich erst genügend beantworten lassen, wenn die erste Anlage der Stigmen am Embryo gründlich und in allen Gruppen untersucht sein wird, da sehr wohl anzunehmen ist, daß mit der Verschmelzung der Abdominalsegmente oft zugleich eine Verschiebung der Stigmen nach der einen oder der anderen Richtung stattgehabt hat, wie sich aus der abweichenden Lage der Genitalspalte (Phalangiden), oder des Afters (Araneiden), oder endlich der Einlenkungsstelle der sechsten Extremität (Acarinen) entnehmen läßt. Das Stigmenpaar, welches sich bei den Solpugiden, Chernetiden, Cyphophthalmiden (Gibocellum) und Pedipalpen auf dem Ventralteil des neunten Körpersegmentes findet, scheint homolog zu sein, wie auch anzunehmen ist, daß dasselbe dem ersten Stigmenpaar der Araneiden, wie dem einzigen Stigmenpaar der Phalangiden und der Acarinen gleichwertig zu erachten ist; eine Annahme, für welche die Lage dieser Stigmen an der Basis des verschmolzenen Abdomens spricht. Daß dieses Stigmenpaar den Scorpionideen fehlt, dürfte seinen Grund darin finden, daß der Ventralteil des neunten Körpersegmentes die kammförmigen Anhänge trägt. Auch das auf dem zehnten Körpersegment gelegene Stigmenpaar der Scorpionideen, Pedipalpen, Solpugiden, Chernetiden, Cyphophthalmiden (Gibocellum), und das zweite Stigmenpaar der Araneiden, welches ursprünglich dicht hinter dem ersten gelegen ist, dürften als homologe zu betrachten sein.

Was endlich die Lage der Stigmen betrifft, so ist nach den obigen Erörterungen anzunehmen, daß bei einer den Arachniden nahe stehenden älteren Form dieselben zu je zweien seitlich symmetrisch auf dem ventralen Teile der bezüglichen Segmente lagen. Eine mediane Lage ist auf eine Verlagerung der Stigmen, welche sich bis zu einer Verschmelzung steigern kann, zurückzuführen, die dorsale Lage der Stigmen vieler Acarinen dagegen als eine sekundär erworbene aufzufassen.

Wenn einerseits mit einer Verminderung der Hinterleibssegmente und der Verschmelzung der Kopfbrustsegmente auch eine Verminderung der Stigmenpaare Hand in Hand ging, so hatte anderseits zuweilen zugleich eine höhere Differenzierung der von den restierenden Stigmen entspringenden Tracheen statt. Durch Anpassung an eine lebhafte, raubende Lebensweise läßt sich die ungemein hohe Differenzierung der Tracheen der Solpugiden erklären; und die mächtige Entwicklung des einzigen, restierenden

Tracheenpaares der Phalangiden ist auf dieselben Gründe zu basieren, wie schon TULK (49, pag. 330) aussprach: „the direct relation which exists between the development of the respiratory functions and the activity of an animal may be well illustrated in the case of the harvest spider“.

Litteratur.

72. BLANCHARD, E.: „De l'appareil circulatoire ect“. Ann. d. Sc. Nat. (3) XII. Paris 1849.
73. BERTKAU, Th.: „Über die Respirationsorgane der Arachniden“. Arch. f. Naturgesch. 38. J. 1872.
74. KRAMER, P.: „Grundzüge zur Systematik der Milben“. Arch. f. Naturgesch. 43. J. 1877.
75. LEUCKART, K.: „Über Bau und Bedeutung der sog. Lungen“. — Zeitschr. f. wiss. Zoologie I. 1849.
76. MENGE, A.: „Die Scheerenspinnen“. Schriften d. naturf. Gesellsch. zu Danzig. 1855.
77. RAY-LANKESTER, E.: „A new Hypothesis as to the Relationship of the Lungbooks of ect“. Quart Journ. of Micr. Science. N. 48. London 1885.

Über den Befruchtungs- und Teilungsvorgang des tierischen Eies unter dem Einfluſs äuſserer Agentien.

Von

Dr. Oskar Hertwig und **Dr. Richard Hertwig.**

Mit Tafel III—IX.

Bei unseren seit einer Reihe von Jahren begonnenen Untersuchungen über die Befruchtungs- und Teilungsvorgänge tierischer Eier hatten wir oftmals Gelegenheit, zu beobachten, in wie hohem Grade diese Vorgänge durch äußere Einflüsse beherrscht werden. Bereits im Jahre 1875 wurde bei der Darstellung des Befruchtungsprozesses bemerkt, daß anstatt eines einzigen Samenfadens zuweilen zwei, drei und mehr in wahrscheinlich pathologisch veränderte Eier anormaler Weise eindringen. Fol konstatierte darauf diese Thatsache ebenfalls und knüpfte an sie die Hypothese an, daß durch Eindringen von zwei, drei und mehreren Samenfäden Zwei-, Drei- und Vielfachbildungen erzeugt werden. Zu wiederholten Malen sind wir auf diesen Gegenstand zurückgekommen, eingehender jedoch im letzten Heft dieser Untersuchungen, wo es uns gelang, den experimentellen Beweis zu liefern, daß die Bastardbefruchtung besser gelingt, wenn sich das Eimaterial in einem etwas geschwächten Zustand befindet. Hierbei wurde die Schwächung der zu bastardierenden Eier durch längeres Verweilen derselben in Meerwasser vor Ausführung der Befruchtung hervorgerufen.

Infolge dieser mehrfachen Anregungen befestigte sich in uns der Plan, die Einwirkung äußerer Agentien auf den Befruchtungs- und Teilungsvorgang der Seeigeleier einer methodischen Unter-

suchung zu unterwerfen. Schon während unseres Aufenthaltes in Sorrent in den Osterferien 1884 gingen wir an die Ausführung des Planes, indem wir in den letzten Tagen vor unserer Abreise den Verlauf der Befruchtung unter der Einwirkung des Chloroforms verfolgten und hierbei schon eine Reihe interessanter Störungen ermittelten. Da eine erschöpfendere Behandlung der Frage damals von uns wegen der Kürze der Zeit nicht vorgenommen werden konnte, betrachteten wir die Experimente mit Chloroform nur als vorläufige Ermittelungen und nahmen uns eine methodische und eingehendere Prüfung des vorliegenden Untersuchungsgebietes für die Zukunft vor.

Hierzu bot ein sechswöchentlicher Aufenthalt an der Riviera di Ponente in den Osterferien 1885 die passende Gelegenheit. Als Station benutzten wir das in der Nähe von Genua gelegene Nervi, dessen klippenreiche Küste uns ein geeigneter Aufenthalt für Echinodermen zu sein schien. Leider sahen wir uns in dieser Beziehung zum Teil getäuscht. Zwar kam der am Mittelmeer so gemeine Strongylocentrotus lividus in großen Mengen vor und konnte täglich leicht beschafft werden; dagegen war es nicht möglich, noch anderer Seeigelarten, welche wir in Spezia und Sorrent erhalten hatten, habhaft zu werden. Zum Teil hatte dies wohl darin seinen Grund, daß es in Nervi an einer Fischerbevölkerung fehlt, vielleicht auch darin, daß der Golf von Genua, wie man annimmt, weniger reich an Tieren ist. Uns war dieser Mangel anderer Seeigelarten um so unangenehmer, als wir auch Experimente in Bezug auf die Bastardierung geplant hatten, einen Wechsel des Ortes aber wegen äußerer uns behindernder Verhältnisse nicht vornehmen konnten, wie es sonst wohl geschehen wäre.

So konnten wir nur einen Teil unseres Planes zur Ausführung bringen, indem wir die Eier von Strongylocentrotus lividus vor, während und nach der Befruchtung erstens der Einwirkung verschiedener chemischer Agentien, zweitens der Einwirkung erhöhter Temperatur, drittens mechanischer Insulten unterwarfen. Im Anschluß daran wurde auch die Frage geprüft, inwieweit sich das Sperma durch äußere Agentien beeinflussen läßt und ob hierdurch der Befruchtungsprozeß abgeändert wird.

Vor unserer Abreise hatten wir uns zur Vornahme etwaiger Experimente mit einer kleinen Sammlung von Giften versehen, welche wir zum Teil der Freundlichkeit der Herren Kollegen Preyer und Krukenberg verdankten. Dieselbe bestand aus Chloroform, Chloralhydrat, Morphium hydrochloricum, Cocain, Strych-

nium nitricum, Chinium sulfuricum, Nicotin, Blausäure in Wasser gelöst, ferner aus Helleborin, Veratrin, Coniin, Piperin, Curarin. Aus Mangel an Zeit mußten wir uns auf die acht zuerst angeführten Stoffe beschränken, wie wir auch aus demselben Grunde den Einfluß von verschiedenen Gasarten, von Sauerstoff, Kohlensäure, Wasserstoff, Schwefelwasserstoff nicht prüfen konnten, obwohl wir uns vor unserer Abreise auch für derartige Untersuchungen vorbereitet hatten.

Die freie Zeit am Meere benutzten wir hauptsächlich zur Untersuchung der Vorgänge am lebenden Objekte; um aber später noch Gelegenheit zu haben, in die feineren Veränderungen am Kern, die ein zeitraubendes Studium verlangten, eindringen zu können, konservierten wir verschiedene Serien von Eiern; wir töteten sie in Pikrinessigsäure ab und hoben sie nach sorgfältiger Auswaschung der Säure in 75 $^0/_0$ Alkohol in kleinen Reagensröhrchen auf. Während des Sommers wurde das Material allmählich verarbeitet. Es wurde teils mit Lithionkarmin, teils nach der Grenacher'schen Methode mit Boraxkarmin in der Weise gefärbt, daß die Eier erst 24 Stunden in den Farbstoff eingelegt und dann in 75$^0/_0$ Alkohol, dem $\frac{1}{2}$—1 Prozent Salzsäure zugesetzt war, ausgezogen wurden; dann wurde es in Damaralack eingeschlossen. Um gute Präparate zu erhalten, muß man beachten, daß die Übertragung der Eier aus einem Medium in das andere allmählich erfolgt und daher am besten in Uhrschälchen vorgenommen wird. Aus absolutem Alkohol bringt man die Objekte am besten in eine Mischung von Nelkenöl und Alkohol zu gleichen Teilen und läßt den Alkohol verdunsten. Da bei feuchtem Wetter der absolute Alkohol leicht Wasser anzieht und dabei das Nelkenöl milchig getrübt wird, ist es zweckmäßig, die Uhrschälchen mit Präparaten unter eine Glasglocke zu setzen und ein Gefäß mit konzentrierter Schwefelsäure hinzuzufügen. Der zum Einschluß verwandte Damaralack muß sehr verdünnt sein. Wenn der Einschluß in Glycerin gewählt wird, ist ebenso in schonender Weise zu verfahren. Die Kernfiguren treten dann viel deutlicher hervor, als wenn die Verdrängung der einen Zusatzflüssigkeit durch die andere plötzlich erfolgt.

Vielfach ist es zweckmäßig, die Präparate in Nelkenöl zu untersuchen, da dieses noch wirksamer als Damaralack aufhellt. Man gewinnt hierbei noch einen weiteren Vorteil. Nelkenöl macht das Protoplasma bei längerer Einwirkung brüchig und spröde. Beim Zerklopfen zersplittert die Masse des Eies in kleine Stücke,

und kann man bei vorsichtigem Verfahren die Kerne nnd Spindeln mehr oder minder vollständig isolieren. Für die Untersuchung feiner Strukturverhältnisse ist das Verfahren von Bedeutung.

Die erzielten Resultate besprechen wir in drei Kapiteln nach der Art der Agentien, durch welche die Geschlechtsprodukte beeinflußt worden sind. Das erste handelt über den Einfluß chemischer Stoffe, das zweite über den Einfluß der Wärme und das dritte über den Einfluß mechanischer Erschütterung.

Erstes Kapitel.

Beeinflussung der Geschlechtsprodukte durch chemische Agentien.

Mit acht verschiedenen Stoffen wurden Versuche vorgenommen: mit Chloroform, Chloralhydrat, Morphium hydrochloricum, Cocain, Nikotin, Strychnium nitricum, mit Blausäure und Chinium sulfuricum. Wir ließen dieselben erstens auf die Geschlechtsprodukte vor der Vornahme der Befruchtung einwirken und zwar entweder allein auf die Eier oder allein auf das Sperma. Zweitens unterwarfen wir die Eier kurz nach dem Zusatz des Sperma's, bevor noch die inneren Befruchtungsvorgänge abgelaufen waren, dem Einfluß von chemischen Stoffen; drittens suchten wir den Verlauf des Teilungsprozesses durch einige der angeführten Mittel zu beeinflussen. Demnach gliedert sich das erste Kapitel in drei Abschnitte, von denen der erste in zwei weitere Abteilungen zerfällt.

I. Abschnitt.

Beeinflussung der Geschlechtsprodukte durch chemische Agentien vor der Befruchtung.

a. Der Eier.

1. Beeinflussung der Eier durch Nikotin.

Von einer konzentrierten Nikotinlösung (Nikotinextrakt) wurden verschiedene Mischungen bereitet, indem je ein Tropfen entweder zu 100 oder 200, 300, 400, 600, 1000 Gramm Meerwasser

hinzugefügt wurde. Die unbefruchteten Eier wurden in Uhrschälchen mit diesen Lösungen übertragen und nach 5 oder 10 oder 15 oder mehr Minuten herausgenommen, in frisches und reines Meerwasser gebracht und befruchtet. Mit diesen Mischungen wurde eine größere Anzahl von Experimenten vorgenommen, deren Ergebnisse wir aus dem geführten Tagebuch mitteilen.

1. Versuch. Sonntag den 5. April. 1 Tropfen Nikotinextrakt auf 100 Wasser.

a. Die Eier verweilten in der Nikotinlösung von 10 Uhr 25 M. bis 10 Uhr 30 M.

Bei Zusatz des Samens hob sich sofort überall die Eihaut ab. Alsbald bildeten sich an jedem Ei mehrere Befruchtungshügel aus hyalinem Protoplasma, zuerst breit, später sich verschmälernd und in eine feine Spitze auslaufend. Nach 10 Minuten waren zahlreiche deutlich ausgeprägte Spermastrahlungen in jedem Ei entstanden. Um $1\frac{1}{2}$ Uhr zeigten die Eier an ihrer Oberfläche mehrere unregelmäßige Furchen und Gruben und zerfielen durch fortschreitende Vertiefung derselben in viele kleinere und größere, oft noch zusammenhängende Teilstücke. In den größeren liegen häufig mehrere Strahlungen, die in dem auch sonst normal aussehenden Protoplasma deutlich ausgeprägt sind.

Born hat in seiner Arbeit über Amphibien diesen Modus der Eizerklüftung als Barockfurchung bezeichnet; wir werden uns im Folgenden hierfür des Namens Knospenfurchung bedienen. Normalgefurchte Eier konnten bei diesem Experiment nicht aufgefunden werden.

b. Von 3 Partien Eier verweilte ein Teil in der Nikotinlösung von 10 Uhr 25 M. bis 10 Uhr 35 M., ein anderer bis 10 Uhr 40 M., ein dritter bis 10 Uhr 45 M.

Das Resultat ist in den 3 Proben ein ähnliches. Die Eihaut war überall scharf abgehoben. Es wurden an jedem Ei viele Befruchtungskegel und bald darauf viele Spermastrahlungen gesehen. Um 2 Uhr erfolgte unregelmäßige Knospenfurchung. Die in Ruhezustand befindlichen Kerne fielen durch ihre besondere Größe auf. Am Montag sind Blastulae entstanden, die sich teils im Wasser flimmernd fortbewegen, teils matt flimmernd am Boden des Uhrschälchens liegen bleiben. Sie sind insofern abnorm gestaltet, als an Stelle des Gallertkerns sich eine trübe, mit glänzenden Körnchen erfüllte Masse gebildet hat. Die Larven gewinnen hierdurch eine kompaktere Beschaffenheit, daher wir uns zur Bezeich-

nung derselben des Namens Stereoblastulae bedienen wollen. Einige Eier des Versuchsmaterials sind zerfallen.

c. Die Eier verweilten in der Nikotinlösung von 10 Uhr 25 M. bis 11 Uhr. Jetzt hob sich die Eihaut nur sehr schwach ab. Viele Befruchtungskegel wurden gebildet, zahlreiche und ziemlich deutliche Strahlungen entstanden. Um 2 Uhr waren die Eier meist noch kugelig und zeigten teils viele Strahlungen teils viele bläschenförmige Kerne. Einige Eier zeigten Knospenfurchung. Am Montag war das Versuchsmaterial abgestorben und zerfallen.

d. Die Eier verweilten in der Nikotinlösung von 10 Uhr 25 M. bis 11 Uhr 15 M.

Die Eihaut war zwar vom Dotter nicht abgehoben, war aber als deutlich doppelt kontouriertes Gebilde vorhanden. Sehr viele Spermatozoen dringen ein. An ihrer Eintrittsstelle erheben sich ganz kleine Befruchtungshügel. Um 2 Uhr ist die ganze Eioberfläche dicht bedeckt mit Spermastrahlungen, in welchen bläschenförmige Kerne zu sehen sind. Am Montag ist das Versuchsmaterial gleichfalls abgestorben und zerfallen.

2. Versuch. Montag den 6. April. 1 Tropfen Nikotinextrakt auf 100 Wasser. Die Eier verweilen von 10 Uhr 15 M. bis 10 Uhr 20 M. in der Nikotinlösung. Bei Zusatz sehr verdünnter Samenflüssigkeit hebt sich überall die Eihaut ab. Viele Samenfäden dringen ein und umgeben sich mit Strahlung. Um 1½ Uhr beginnt die Knospenfurchung, wobei 8 bis 16 Teilstücke entstehen. Am Dienstag den 7. April finden sich teils frei im Wasser herumschwimmende, teils auf dem Boden des Uhrschälchens liegende Stereoblastulae.

Am folgenden Tag hat sich die Mehrzahl nur wenig verändert, einige haben reichlichere Gallerte entwickelt, einige sind zu Gastrulae geworden. Am 9. April sind unter den Larven einzelne Plutei zu sehen. Der größte Teil aber verharrt noch auf dem Stadium der abnormen Blastula- und Gastrulabildung.

3. Versuch. Dienstag den 7. April. 1 Tropfen Nikotinextrakt auf 100 Wasser. Die Eier verweilen von 2 Uhr 30 M. bis 2 Uhr 40 M. in der Nikotinlösung. Bei Zusatz von stark verdünnter Samenflüssigkeit hebt sich die Eihaut sofort ab. Viele, erst breite, später sich zuspitzende Befruchtungshügel entstehen. Nach einer Viertelstunde erkennt man den Grad der Polyspermie an den stark ausgeprägten Spermastrahlungen. Um 4 Uhr 45 M. beginnt die Knospenfurchung, durch welche das Ei in 8 bis 20 ziemlich gleichzeitig entstehende Teilstücke zerfällt.

Am 8. April sind Stereoblastulae entwickelt, die teils noch in die Eihaut eingeschlossen sind, theils frei herumflimmern. An der Oberfläche von manchen derselben hängen abgelöste kleine gekörnte Zellen.

Am Freitag den 10. April hat sich im Innern der Blastulae mehr Gallerte entwickelt; hier und da sind auch Kalknadeln und eine Gastrula-Einstülpung entstanden.

Am 12. April lebt noch der größte Teil der abnormen Larven und wird zu weiterer Untersuchung abgetötet und konserviert.

4. Versuch. Montag den 6. April. 1 Tropfen Nikotinextrakt auf 200 Wasser. Die Eier verweilen von 10 Uhr 35 bis 10 Uhr 40 M. in der Nikotinlösung.

Ein Teil des Materials wird normal befruchtet. Der andere Teil zeigt einen geringen Grad von Polyspermie. In zahlreichen Fällen kommt es zur Entwicklung eines einfachen Tetrasters. Um 12 Uhr sieht man außer normalen Zweiteilungen viele Vierteilungen, einige Sechsteilungen und Eier in Knospenfurchung. Am 7. April sind aus dem Versuchsmaterial teils normale Blastulae, teils wenige Stereoblastulae hervorgegangen. Die ersteren sind an den nächsten Tagen zu Plutei geworden, während letztere noch auf dem Blastula- oder Gastrulastadium verharren, dabei aber unter reichlicher Ausscheidung von Gallerte an Größe zugenommen haben.

5. Versuch. Montag den 6. April. 1 Tropfen Nikotinextrakt auf 300 Wasser. Die Eier verweilen von 2 Uhr 40 M. bis 2 Uhr 50 M. zum Teil bis 2 Uhr 55 M. in der Nikotinlösung.

Es entstehen nach Abhebung der Eihaut mehrere Befruchtungskegel. Um 4 Uhr 50 M. sind 4 bis 8 Strahlungen in der Eirinde zu sehen. Um 5 Uhr 15 M. beginnen die Eier durch Knospenfurchung in 6 bis 10 ungleich große unregelmäßige Stücke zu zerfallen. Noch nach 5 Tagen sind die aus dieser Zucht hervorgegangenen Larven große in Wasser herumflimmernde Gallertkugeln (Blastulae), einige haben eine Gastrulaeinstülpung erhalten.

Da sich die Tagebuchnotizen nur auf die am lebenden Ei wahrgenommenen Vorgänge beziehen, es aber wichtig erschien, auch in die feineren Veränderungen am Eikern und an den eingedrungenen Samenfäden Einblick zu gewinnen, wurden noch 3 Serien von Eiern, die mit Nikotin vor der Befruchtung behandelt worden waren, in Pikrinessigsäure zu genauerer histologischer Untersuchung eingelegt. In der 1. Serie waren die Eier während 5 Minuten in eine Nikotinlösung (1 : 200) gebracht, in der 2. Serie

waren sie in derselben Lösung 8 bis 14 Minuten belassen worden. In beiden Serien wurden die Eier in 5 Intervallen nach 20, 45, 75, 105, 130 Minuten nach vorgenommener Befruchtung abgetötet. In der dritten Serie waren die Eier mit einer Nikotinlösung (1:400) behandelt und in 7 Intervallen nach 15, 35, 50, 70, 90, 105, 130 Minuten nach der Befruchtung konserviert worden.

Die am lebenden und konservierten Material erhaltenen Ergebnisse fassen wir in übersichtlicher Weise zusammen.

Eine Einwirkung des Nikotins auf die Zellsubstanz macht sich bei stärkeren Lösungen wie 1:100 schon nach 3 bis 5 Minuten, bei schwachen Lösungen (1 : 1000) erst nach 10 bis 15 Minuten geltend und äußert sich in einer Störung des Befruchtungsvorganges. Der Grad der Störung ist ein verschieden großer je nach der Stärke der Nikotinlösung und der Zeit ihrer Einwirkung, welche man ziemlich ausdehnen kann. Denn man kann Eier in der Nikotinlösung (1 : 100) eine Stunde liegen lassen, ohne daß sie abgetötet werden, wennschon ihre Lebenskraft erheblich verändert wird, wie sich im weiteren Verlaufe ihrer Entwickelung herausstellt.

Bei Anwendung des Nikotins wie eines jeden anderen Mittels darf übrigens keine gleichmäßige Einwirkung auf das Eimaterial, etwa wie bei einer chemischen Reaktion erwartet werden. Namentlich ist bei schwacher Einwirkung des Nikotins der Erfolg ein sehr ungleichmäßiger. Während bei einem Teil der Eier der Befruchtungsvorgang gestört ist, verläuft er bei dem anderen Teil in gewöhnlicher Weise. Es ist dies ein neuer Beweis für die Erscheinung, welche schon in dem vorausgehenden Heft dieser Untersuchungen bemerkt worden ist, daß die aus dem Ovarium frisch entleerten Eier durchaus kein gleichartiges Material darstellen, daß von Anfang an individuelle Verschiedenheiten existieren, daß einige Eier ein größeres, andere ein geringeres Widerstandsvermögen gegen schädigende Einflüsse besitzen.

Bei schwacher Nikotineinwirkung, welche man erreicht, wenn man Eier 5 Minuten in einer Lösung 1 : 200 bis 1 : 500 oder 10 Minuten in einer Lösung 1 : 1000 liegen läßt, scheint der Befruchtungsvorgang zuerst normal zu verlaufen und es bedarf genauer Prüfung der Eier, um zu erkennen, daß bei einem Teil anormale Erscheinungen hervorgerufen worden sind. An allen schwach nikotinisierten Eiern hebt sich sofort bei Zusatz des Samens die Dotterhaut in üblicher Weise ringsum vom Dotter weit ab. Bei einem Teil der Eier ist nur ein einziges Spermatozoon einge-

drungen, bei einem mehr oder minder großen Prozentsatz dagegen, bei welchem die Dotterhaut gleichfalls weit absteht, haben sich gleichzeitig zwei, drei oder vier in das Ei eingebohrt. In den ersten 5 Minuten nach erfolgtem Spermazusatz erkennt man bei sorgfältiger Durchmusterung der Eier die anomale Befruchtung an dem Auftreten von 2 oder mehreren Befruchtungshügeln. Dieselben können sich nahe bei einander oder an ganz entfernten Punkten der Eioberfläche bilden. Später, d. h. nach 10 bis 20 Minuten, wo die Befruchtungshügel wieder in die Dottersubstanz eingezogen worden sind, wird die Überfruchtung durch die Anzahl der um die eingedrungenen Spermatozoenköpfe erscheinenden Strahlungen angedeutet. Die Strahlenbildung erfolgt bei den schwach nikotinisierten Eiern genau in derselben Weise und in derselben Stärke wie bei frischem Eimaterial. Überhaupt ist, abgesehen von der bei einem Teil der Eier hervorgerufenen Überfruchtung, zunächst keine Störung der weiteren Entwicklung festzustellen. Bei Eindringen eines Spermatozoons tritt die Kopulation des Ei- und Spermakerns, die Umwandlung des Furchungskerns in die Spindel und die Eifurchung in normaler Weise und zur normalen Zeit ein. Bei den überfruchteten Eiern aber sind die abweichenden weiteren Entwicklungsvorgänge, die später auf Grund des mit Reagentien behandelten Materials ausführlicher dargestellt werden sollen, in erster Linie auf die größere Anzahl der eingedrungenen Samenfäden zurückzuführen.

Bei Einwirkung einer stärkeren Nikotinlösung (1 : 100. 5 Minuten) oder einer schwächeren während längerer Zeit (1 : 500. 1 : 1000. 15—20 Minuten) wird eine größere Störung hervorgerufen. Es äußert sich dies erstens darin, daß bei Zusatz des Samens nur ganz vereinzelte Eier in normaler Weise durch einen Samenfaden befruchtet werden, und zweitens darin, daß die Überfruchtung eine hochgradigere wird, indem jetzt anstatt zweier oder dreier Spermatozoen zahlreichere eindringen. Man kann so den Grad der Überfruchtung successive steigern. Hierbei scheint es ziemlich gleichgültig zu sein, ob man bei den stärker nikotinisierten Eiern eine schwächere oder stärkere Spermalösung anwendet. Denn als wir in zwei Uhrschälchen in gleicher Weise mit Nikotin behandelte Eier gleichzeitig mit einer stärkeren und einer um das Zehnfache verdünnten Spermalösung versetzten, war in den beiden Versuchen kein Unterschied im Hinblick auf die Anzahl der eingedrungenen Samenfäden zu konstatieren. Dieselbe

scheint vielmehr lediglich zu der Nikotineinwirkung in Beziehung zu stehen.

Die Veränderungen, welche durch verschieden lang anhaltende Einwirkung des Nikotin's erzeugt werden, wollen wir an einer Versuchsreihe erläutern, die mit einer Lösung (1:100) vorgenommen wurde. Schon nach fünf Minuten Einwirkung wurden nur ganz vereinzelte Eier in normaler Weise befruchtet, wie sich bei Eintritt des Teilungsstadiums am leichtesten und sichersten erkennen ließ. Die Eihaut wurde überall, auch bei den überfruchteten Eiern, vom Dotter in normaler Weise ringsum weit abgehoben. Meist drangen 3—5 Samenfäden in ein Ei ein. Die bei ihrem Eindringen entstehenden Befruchtungshügel waren auffallend breit und groß und daher besonders leicht wahrzunehmen. Allmählich verschmälerten und verlängerten sie sich und zogen sich in eine feine Spitze, wie beim normalen Vorgang, aus.

Ähnlich waren die Erscheinungen bei einer Nikotinisierung, die 10, 15 und selbst 20 Minuten dauerte, nur daß jetzt überall Überfruchtung erfolgte und die Anzahl der eingedrungenen Samenfäden noch stieg.

Nach 35 Minuten begann sich die Eihaut bei Zusatz des Samens nicht mehr in normaler Weise abzuheben. Die Abhebung erfolgte sehr langsam und es bildete sich zwischen Membran und Dotteroberfläche nur ein schmaler Spaltraum aus. Nach 50 Minuten blieb die Eihaut dem Dotter ganz aufliegen, setzte sich aber von ihm als doppelt kontourierte Membran deutlich ab. Die Zahl der eingedrungenen Spermatozoen war noch gestiegen. An ihren Eintrittsstellen bildeten sich noch Befruchtungshügel, aber von kleineren Dimensionen aus. Das Protoplasma reagierte noch auf die eingedrungenen Spermatozoen durch Strahlenbildung. Infolgedessen war bei der großen Anzahl der eingedrungenen Samenfäden nach einiger Zeit die ganze Dotteroberfläche ringsum mit Spermastrahlungen dicht bedeckt.

Noch längere Einwirkung des Nikotins wurde nicht versucht, so daß der Zeitpunkt, von welchem an der Zusatz des Sperma keinen Erfolg mehr hat, nicht näher bestimmt werden kann.

Über die Vorgänge, welche sich nach der Befruchtung im Innern des Eies abspielen, gewinnen wir genauere Einblicke durch Untersuchung des konservierten Materials. 15 bis 20 Minuten nach der Befruchtung ist in der Regel die Verbindung des Eikerns mit einem oder mehreren der eingedrungenen Spermatozoen erfolgt. Sind nur 2 oder 3 Spermatozoen in den Dotter eingedrun-

gen, so wandern sie fast stets insgesamt auf den Eikern zu und lagern sich seiner Oberfläche an, bald dicht bei einander, bald an entgegengesetzten Punkten. In dem Falle, daß zwei Samenfäden von entgegengesetzten Punkten ihre Wanderung begonnen und sich an entgegengesetzten Stellen mit dem Eikern verbunden haben, veranlassen sie denselben, eine eiförmige Gestalt anzunehmen und kommen selbst an die beiden Pole des Ovals zu liegen. Bei Überfruchtung durch eine größere Anzahl von Spermatozoen erreichen diese niemals alle den Anschluß an den Eikern. Taf. III, Fig. 1 u. 2. Entweder fügt sich ihm nur ein einziges oder deren zwei oder drei an, während die übrigen in einiger Entfernung vom Eikern ihre Wanderung einstellen und von einem Strahlenkranz umgeben selbständig weitere Metamorphosen durchmachen. Im Allgemeinen läßt sich hier beobachten, daß, je stärker der Grad der Überfruchtung ist, eine um so größere Anzahl von Spermakernen eine ganz oberflächliche Lage in der Dotterrinde beibehält. Zuweilen sind sie in derselben ziemlich gleichmäßig verteilt, zuweilen zu einzelnen Gruppen zusammengerückt.

Die Lage des befruchteten Eikerns ist an den überfruchteten Eiern eine abnorme. Während unter regulären Verhältnissen der Eikern, auch wenn er von Anfang an exzentrisch gelegen ist, nach der Befruchtung durch einen Spermakern eine zentrale Stellung im Dotter einnimmt und sich mit einer immer mehr sich ausdehnenden und schließlich die Oberfläche erreichenden Strahlenbildung umgiebt, zeigt er nach Überfruchtung in den meisten Fällen eine exzentrische Lage und behält dieselbe für die Folgezeit auch bei. Taf. III, Fig. 1 u. 2. Er wird nicht ringsum von einer sich vergrößernden Strahlung eingehüllt, sondern läßt so viele einzelne und kleine Strahlungen, als sich ihm Spermakerne verbunden haben, erkennen.

Nach der Kopulation der Kerne vollziehen sich im Innern der überfruchteten Eier während 50 bis 60 Minuten nur unbedeutende Veränderungen. Dieselben äußern sich einmal darin, daß die chromatische Substanz der Spermakerne, welche eine Zeit lang dem Eikern höckerartig aufsitzen, in das Innere desselben aufgenommen wird. Daher zeigt der Furchungskern so viel rundliche Flecke von Chromatin, als Spermakerne die Kopulation vollzogen haben. Taf. III, Fig. 3.

Später, am Ende des uns jetzt beschäftigenden Stadiums, beginnt sich die in den Eikern aufgenommene chromatische Substanz mehr in Fäden und Strängen auszubreiten. (Taf. III, Fig. 4).

Eine zweite Veränderung besteht in einer Größenzunahme der Kerne und zwar sowohl des Furchungskerns als auch der nicht zur Kopulation gelangten Spermakerne. Die Größenzunahme beruht wohl hauptsächlich auf einer Aufnahme von Kernsaft aus dem Eidotter, infolgedessen namentlich die Spermakerne ihre ursprüngliche Konsistenz einbüßen und schon im frischen Zustand als wasserhelle, von Dotterstrahlung umgebene Bläschen leicht wahrgenommen werden können. Nach Reagentienbehandlung und Färbung mit Boraxkarmin lassen sie sich weniger intensiv als auf dem früheren Stadium tingieren.

Eine dritte Veränderung endlich bildet sich erst beim Übergang zum zweiten Stadium aus. Der zu einer größeren Blase angewachsene Furchungskern nimmt eine unregelmäßige Beschaffenheit seiner Oberfläche an, er zieht sich in mehrere Höcker oder oft ziemlich spitz auslaufende Zipfel aus, Fig. 4. An der Spitze derselben ließ sich häufig ein glänzendes Körnchen wahrnehmen, welches den Mittelpunkt einer Strahlenbildung abgiebt. Hier und da scheinen sich einzelne Spermakerne dem Furchungskern noch nachträglich zu nähern und in ihn aufgenommen zu werden, wie wir aus vereinzelten Befunden, in denen ein Spermakern dem Furchungskern auf einem vorgerückten Stadium noch äußerlich angelagert war, glauben schließen zu dürfen.

Im zweiten Stadium, welches die Veränderungen vom Undeutlichwerden des Eikerns bis zum Beginn der Teilung umfaßt, entstehen die verschiedenartigsten Kernfiguren, je nachdem sich mit dem Eikern zwei oder mehr Spermakerne verbunden haben und je nachdem außer ihnen noch isolierte Spermakerne im Dotter vorhanden gewesen sind.

Um uns ein übersichtliches Bild von den zahlreichen verschiedenen Fällen zu verschaffen, teilen wir dieselben in 3 Gruppen.

1. Gruppe. 2 Spermatozoen dringen in das Ei ein und verbinden sich mit dem Eikern.

2. Gruppe. 2 und mehr Spermatozoen dringen in das Ei ein; von ihnen verbindet sich aber nur ein einziges mit dem Eikern, während die übrigen sich für sich allein weiter umbilden.

3. Gruppe. Von zahlreichen in das Ei gedrungenen Samenfäden verbinden sich 2, 3 und mehr mit dem Eikern, während der Rest sich für sich allein weiter umbildet.

Erste Gruppe.

Die Kopulation zweier Spermakerne mit dem Eikern führt zur Entstehung eines Tetrasters, wie er schon von Fol beschrieben worden ist. An vier in regelmäßigen Abständen voneinander befindlichen Punkten des stark vergrößerten Furchungskerns treten vier Strahlensysteme auf (Fig. 6) und ist die Kernoberfläche in kurze Zipfel ausgezogen. Die chromatische Substanz beginnt sich in Form gewundener Fäden gleichmäßig im Kernraum auszubreiten. Dann verschwindet — wir beschreiben verschiedene konservierte Objekte in der Reihenfolge, welche sich aus ihrer feineren Struktur als selbstverständlich ergiebt (Fig. 7) — die Kernmembran, so daß nunmehr ein Haufen gewundener Nucleinfäden im Zentrum von vier Strahlungen eingeschlossen ist. Daraus entwickelt sich der typische Tetraster. Wie an zahlreichen Präparaten mit Deutlichkeit gesehen werden konnte, sind die Mittelpunkte der Strahlungen durch vier Kernspindeln, die in einer Ebene liegen (Fig. 8), untereinander verbunden. Die chromatische Substanz hat, wenn wir die 4 zu einem Quadrat verbundenen Spindeln von der Fläche erblicken, die Form eines Kreuzes mit 4 gleichen Schenkeln angenommen. Die Kreuzform ist aus dem chromatischen Fadenwerk hervorgegangen, weil sich einzelne gekrümmte kurze Chromatinstäbchen der Mitte einer jeden Spindel angelagert und sich so in gleichmäßiger Weise auf die 4 Spindeln zu verteilen begonnen haben. Dann teilt sich die Kernplatte einer jeden Spindel in der üblichen Weise in zwei Tochterplatten; diese wandern nach den Spindelenden hin, deren je zwei in einem Attraktionszentrum zusammenstoßen, und verbinden sich je zwei, um einen neuen bläschenförmigen Kern zu bilden. So erhält man (Fig. 5) aus den 8 Tochterkernplatten der 4 Spindeln, da sich diejenigen der Nachbarspindeln immer paarweise verbinden, nur vier höckerige Kerne, deren Lage im allgemeinen mit der Lage der vier Attraktionszentren zusammenfällt.

An derartigen Objekten haben wir den Theilungsvorgang beim Studium des frischen Materials genau verfolgen können. Es bilden sich gleichzeitig auf der Eioberfläche vier Furchen, die zwischen den 4 Kernen einschneiden. Die vier Quadranten bleiben eine Zeit lang im Mittelpunkt des Eies durch vier Stiele untereinander in Verbindung, bis auch diese einreißen. In Vierteilung begriffene Eier findet man zu derselben Zeit, wo die normal befruchteten sich in 2 Stücke zu teilen beginnen, da die Tetraster-

bildung nicht mehr Zeit als die einfache Spindelbildung für sich beansprucht. Beide Arten halten auch in ihrer weiteren Entwicklung gleichen Schritt. Wenn hier die Vierteilung, erfolgt dort die Achtteilung und so weiter.

Eine ziemlich häufige Modifikation der Tetrasterbildung ist uns noch aufgestoßen, von welcher wir aber nicht anzugeben im stande sind, durch welche Ursachen sie bedingt ist, ob durch verspätete Annäherung des zweiten Spermakerns oder durch eine besondere Stellung desselben oder durch irgend ein anderes Moment.

An dem vergrößerten Keimkern, der in drei Zipfel ausgezogen ist, treten anstatt vier nur drei Strahlenbildungen auf, dagegen nimmt man in einiger Entfernung von dem Triaster noch eine isolierte Strahlung im Dotter wahr (Taf. III Fig. 9). Zwei Chromatinflecke, die an manchen Objekten im Kern aufgefunden wurden, könnte man wohl als Anzeigen betrachten, daß eine Befruchtung durch zwei Spermatozoen stattgefunden habe. An einem Präparat eines etwas weiter vorgerückten Stadiums ist das Chromatin in Fäden im Kernraum verteilt. Dann schwindet die Kernmembran. Zwischen den vier Strahlenzentren sind jetzt mit aller Deutlichkeit an gelungenen Präparaten die Spindelfasern wahrzunehmen. (Fig. 10). Die Lage der Spindeln aber differiert von der Lage in der typischen Tetrasterform. Denn nur drei Spindeln sind untereinander zu einem Dreieck verbunden und umschließen den zwischen ihnen zentral gelegenen Haufen von Chromatinfäden, die vierte Spindel hat sich zwischen der isolierten Strahlung und einer Strahlung des Triasters entwickelt. Während also im regulären Tetraster die beiden Enden der vier Spindeln gegenseitig verbunden sind, liegt hier ein Spindelende mit einer Strahlung frei im Dotter, in einer andern Strahlung stoßen 3, in der dritten und vierten je 2 Spindelenden zusammen. Diese ganze Gestaltung übt nun auch ihren Einfluß auf die Verteilung der Chromatinfäden aus. Dieselben ordnen sich in drei Kernplatten an, die in den Aquator der drei zu einem Triaster verbundenen Spindeln zu liegen kommen, während die vierte Spindel frei von Chromatinkörnchen zu bleiben scheint. Solche waren wenigstens an zahlreichen gut gelungenen Tinktionspräparaten bei der stärksten Vergrößerung nicht wahrzunehmen. Auf dem nächsten Stadium spalten sich die drei Kernplatten in je 2, welche nach den 3 Attraktionszentren auseinanderrücken. (Fig. 16.) An konserviertem Material haben wir die weitere Umbildung dieser eigentümlichen Kernteilungsform nicht verfolgen können. Doch haben wir mehrfach im frischem Zustand Eikerne

mit 3 Attraktionszentren und benachbarter vierter Strahlung aufgefunden und durch fortgesetzte Beobachtung feststellen können, daß Vierteilungen eintraten und zwar Vierteilungen, bei denen die eine Teilungsebene senkrecht zur anderen stand.

Zweite Gruppe.

An die Besprechung der Tetraster- und Triaster schließen wir einige seltnere Befunde an, welche dadurch hervorgerufen werden, daß zwar zwei oder drei Samenfäden in den Dotter eindringen, indessen nur einer von ihnen sich mit dem Eikern verbindet. Alsdann entwickelt sich aus diesem eine einfache typische Spindel, die aber meistens exzentrisch und zuweilen ganz oberflächlich im Dotter gelegen ist. Die Spermatozoen, die nicht zur Kopulation mit dem Eikern gelangt sind, gehen selbständig weitere Metamorphosen ein. Sie vergrößern sich, indem sie sich aus dem Dotter mit Kernsaft durchtränken. Daß die Vergrößerung nicht auf einer Vermehrung des Chromatins allein beruht, können wir wohl daraus schließen, daß an den Tinktionspräparaten sich die Spermakerne weniger intensiv als unmittelbar nach der Befruchtung färben. In vielen Fällen findet die Ansammlung von Kernsaft in der Weise statt, daß sich eine Vacuole bildet, in welche die chromatische Substanz wie ein Nucleolus eingeschlossen ist. Taf. III Fig. 6[a]. Noch etwas später beginnt sich die Spermastrahlung zu verdoppeln. So entsteht eine Bildung, welche wir als Samendoppelstern oder als Spermaamphiaster bezeichnen und vom Amphiaster des Furchungskernes eine Zeit lang durch ihre geringere Größe sofort unterscheiden können.

Zwischen den beiden Strahlungen geht allmählich der Spermakern aus der kugeligen in eine spindelige Form über. Die bei diesem Prozeß zur Beobachtung kommenden Bilder sind verschieden, je nachdem eine Vacuolenbildung stattgefunden hat oder nicht. In letzterem Falle entsteht eine kleine zuerst nicht faserig differenzierte, homogene Spindel, die aus zwei Substanzen zusammengesetzt ist, aus einer achromatischen, welche die beiden Spitzen der Spindel bildet, und aus Chromatin, welches das Mittelstück darstellt. Taf. III Fig. 17 und 18. Auf späteren Stadien kann sich der Unterschied zwischen den aus dem Furchungskern und den aus Spermakernen abstammenden Spindeln vollständig verwischen. Es entwickelt sich ein Bündel achromatischer Fäden, die mit ihren Enden in den Mittelpunkten der beiden Strahlungen zusammen-

stoßen. Aus dem chromatischen Mittelstück bilden sich die Chromatinfäden hervor.

Im andern Falle, wo es zur Bildung einer Vacuole gekommen ist, nimmt dieselbe zwischen den beiden Strahlungen eine ovale Form an. Die oben als Nucleolus beschriebene Substanz löst sich auf in Fäden und Körnchen, die zum Teil chromatisch sind (Fig. 11 a und b). Dann beginnen die Kontouren der längsgestreckten Vacuole zu verschwinden; die achromatischen Teile wandeln sich hierbei in ein Bündel von Spindelfasern um, deren Mitte die chromatischen Körnchen anliegen (Fig. 11 c und d).

Dritte Gruppe.

Kernfiguren von sehr verschiedenartigem und kompliziertem Aussehen entstehen, wenn eine größere Anzahl, etwa 5—10 Spermatozoen, in das Ei eingedrungen ist. Hier ist wieder der einfachste Fall der, daß sich zwei Spermakerne mit dem Eikern verbinden, 3—5 aber isoliert oder in Gruppen vereint im Dotter liegen. Es entwickelt sich alsdann gewöhnlich exzentrisch in der Eirinde die uns schon bekannte Triaster- und Tetrasterform. Die isolierten Spermakerne gestalten sich zu kleinen Spindeln um, wie sie schon oben beschrieben worden sind, und rufen an ihren beiden Enden im Dotter eine Strahlenbildung hervor (Taf. III Fig. 18).

Es ist nun von Interesse zu sehen und für das Verständnis der entstehenden Kernfiguren von Wichtigkeit, daß die einzelnen Spermaamphiaster das Bestreben haben, sich mit ihren Enden untereinander oder mit dem Spindelkomplex, welcher aus dem überfruchteten Eikern abstammt, in Verbindung zu setzen und so immer komplizierter werdende Figuren zu erzeugen. Zum Beispiel ist in Figur 18 die eine Strahlung eines Spermaamphiasters mit einer Strahlung eines Triasters zusammengeflossen. In einem anderen Fall haben sich in derselben Weise zwei Spermaamphiaster mit dem Tetraster verbunden.

In einem dritten Präparat sahen wir eine reguläre Tetrasterbildung und in einiger Entfernung von ihr ganz an der Oberfläche des Eies zwei Spermaamphiaster in der Weise zusammen verbunden, daß sie eine Strahlung gemeinsam haben. Die Aneinanderlagerung der Kerne ist also nicht nur auf das Anfangsstadium der Befruchtung beschränkt, sondern setzt sich auch dann noch fort, wenn bereits die faserige Differenzierung der Kernsubstanz begonnen hat. Es können aber auch die Samenspindeln bis zum Eintritt der Teilung für sich isoliert bleiben und gleichen sie dann

in den Veränderungen, die sie erleiden, und in ihrem Aussehen vollkommen den aus einem befruchteten Kern hervorgehenden Spindeln, wie es durch Fig. 19 illustriert wird. Neben einem Triaster, dessen Kernplatten nach den drei Polen auseinandergerückt sind, lassen sich vier isolierte Samenspindeln im Dotter ziemlich gleichmäßig verteilt nachweisen. Alle stehen sie genau in derselben Phase der Umbildung, indem ihre Kernplatten sich gespalten haben und wie beim Triaster in der Nähe der beiden Pole liegen.

Komplizierter werden die Figuren, wenn gleich von Anfang an mehr als zwei Spermakerne sich an den Eikern angelegt haben. Letzterer schwillt allmählich zu einem außergewöhnlichen Umfang an. An zahlreichen Stellen der Blase, die gewöhnlich zu kleinen Spitzen ausgebuchtet sind, entwickeln sich nach einiger Zeit Strahlungen. Dann ordnet sich die chromatische Substanz im Innern der Blase zu kleinen Fäden an, während an ihrer Oberfläche zwischen den Strahlungen zahlreiche Spindeln deutlich werden, die anfänglich nur von achromatischen Fäden gebildet werden. Ein derartiges Präparat ist in Fig. 13 abgebildet. Um einen zentral in Kernsaft eingebetteten Haufen chromatischer Fäden konnten wir bei Einstellung des Mikroskops auf verschiedene Ebenen sechs Strahlungen, von welchen eine etwas abseits liegt, bemerken. Dieselben hängen wenigstens durch sieben Spindeln untereinander zusammen.

Charakteristische und schärfer gezeichnete Figuren entstehen nach Verlauf von zwei bis drei Stunden. Es hat sich alsdann die chromatische Substanz in der bekannten Weise auf die einzelnen Spindeln verteilt, wodurch Zahl und Lage derselben besser zu bestimmen ist. Ferner haben sich jetzt auch in den stark überfruchteten Eiern alle Spermakerne, mögen sie sich der aus dem Eikern entstandenen Kernfigur angeschlossen oder untereinander verbunden haben oder isoliert geblieben sein, in typische Spindeln umgewandelt. Hiermit ist zugleich auch der Höhepunkt in der Mannigfaltigkeit wunderbarer Kernformen erreicht. Seltener findet man in derartigen Eiern ein einziges Aggregat zahlreicher Spindeln, häufiger deren zwei oder drei, zuweilen auch daneben einzelne isoliert gebliebene Spindeln.

Einige der zahlreichen von uns angefertigten Präparate mögen hier eine nähere Beschreibung finden.

Fig. 12 a, b zeigt uns eine relativ einfache Spindelanhäufung, welche man bei Einstellung des Mikroskops auf zwei Ebenen, b und a, klar übersieht. Bei höherer Einstellung (Fig. 12^{b}) nimmt

man drei Spindeln wahr, welche zu einem Triaster verbunden sind. Mit zwei Strahlungen desselben hängen noch zwei andere Spindeln zusammen; die eine geht von der Strahlung 1 aus, und wendet sich schräg nach abwärts, um mit ihrer zweiten Spitze in der etwas tiefer gelegenen Strahlung 2 (Fig. 12[a]) zu enden. Die andere Spindel ist genau vertikal gestellt und reicht von der Strahlung 3 nach der erst bei tieferer Einstellung des Mikroskops sichtbar werdenden Strahlung 4. Zwischen 2 und 4 liegt abermals eine Spindel in schräger Richtung, und endlich ragt von der Strahlung 4 noch eine Spindel etwas tiefer herab zu der isolierten Strahlung 5. In der Mitte jeder Spindel findet sich chromatische Substanz als ein Streifen lebhaft tingierter Körnchen, während die chromatische Substanz der einen vertikal gestellten Spindel als ein Kreis roter Körnchen erscheint.

Einen zweiten Fall veranschaulicht Taf. IV Fig. 20[a] und [b].

Vier Strahlungen liegen in etwas größerer Entfernung von einander in einer Ebene und sind durch fünf Spindeln, deren jede in ihrer Mitte eine Zone chromatischer Substanz zeigt, verbunden, und zwar so, daß vier Spindeln die Seite eines Rhombus bilden, während die fünfte sich quer zwischen den am meisten genährten Ecken des Rhombus ausspannt. Mit dieser Figur sind drei weitere Spindeln verbunden; eine Spindel, welche von der mit 1 bezeichneten Strahlung in schräger Richtung nach abwärts bis zu Punkt (2) reicht, eine Spindel, welche von 1 aus in vertikaler Richtung sich aufwärts bis zu Punkt 3 Tafel IV, Fig. 20[b] erstreckt, und eine dritte Spindel, die von 3 beginnend horizontal liegt und nur bei höherer Einstellung des Mikroskopes zu sehen ist.

In seltenen Fällen können die Spindeln, anstatt nach verschiedenen Richtungen den Eiraum zu durchsetzen, auch dichter zusammengedrängt sein und eine kompakte und zuweilen sehr regelmäßige Figur erzeugen. Ein interessantes Beispiel liefert uns Taf. III Fig. 14. Die Summe der Kernspindeln stellt hier etwa eine plattgedrückte Kugel dar, deren beide Pole wir als x und y bezeichnen wollen und durch je eine Strahlung bezeichnet sehen. Am Pol x, den wir allein erblicken, da das Mikroskop auf die obere Fläche der Kugel eingestellt ist, treffen sechs Spindeln mit ihren Spitzen zusammen und reichen von hier, indem sie wie die Speichen eines Rades divergieren, mit ihren entgegengesetzten Spitzen an sechs Strahlungen heran, die in regelmäßigen Abständen den Aquator der Kugel umgrenzen. Diese sechs äquatorialen Strahlungen sind durch sechs Spindeln zu einem Ring vereinigt.

Dieselbe Anordnung wiederholt sich auf der uns abgewandten Seite der plattgedrückten Kugel, denn auch hier reichen von den sechs äquatorialen Strahlungen sechs Spindeln in radiärer Richtung zu der dem Beobachter abgewandten Polstrahlung y. Endlich sind noch die beiden Polstrahlungen x und y direkt durch eine vertikal gestellte Spindel verbunden, deren Kernplatte als ein Kreis von sechs Chromatinkörnchen sichtbar und etwa im Zentrum der kugeligen Figur gelegen ist. Es beläuft sich demnach in unserer Figur die Summe aller mit ihren Enden verknüpften Spindeln auf 19. Dabei stossen in den beiden Polstrahlungen sieben Spindelenden, in den sechs Äquatorialstrahlungen dagegen je vier Spindelenden zusammen.

Der Kernteilungsprozeß verläuft bei den so komplizierten Figuren genau in derselben Weise wie beim Triaster und Tetraster, wie wir an der Abbildung 15 a und b erläutern wollen. Die Kernfigur besteht hier aus 13 Spindeln. Den höchsten Punkt bezeichnet die Strahlung 1, von welcher sich in radiärer Richtung vier Spindeln zu den ein wenig tiefer gelegenen Strahlungen 2—5 begeben. Diese letzteren stehen noch in direkter Verbindung durch die in einem Halbkreis angeordneten Spindeln. Von Strahlung 1 führt außerdem eine genau vertikal gestellte Spindel zu der Strahlung 6, welche wieder den Mittelpunkt für einen tiefer gelegenen Teil der Kernfigur abgiebt. Denn erstens sehen wir von ihm wieder, wie von Punkt 1 sich drei Spindeln in radiärer und etwas aufsteigender Richtung mit den etwas höher gelegenen Strahlungen 3, 4 und 5 verbinden. Zweitens erstreckt sich von hier eine Spindel in entgegengesetzter Richtung zu der in der andern Eihälfte gelegenen Strahlung 7, von welcher noch unter rechtem Winkel eine Spindel zu der Strahlung 8 abgeht. Die in den vorhergehenden Abbildungen beschriebenen einfachen Zonen chromatischer Substanz haben sich gespalten und sind nach den Spindelenden auseinander gerückt. Auf diese Weise sammeln sich in der Umgebung der einzelnen Strahlungen, die gleichsam einzelne Attraktionszentren darstellen, da in ihnen eine abwechselnde Anzahl von Spindelenden zusammenstößt, auch eine wechselnde Menge von Streifen chromatischer Substanz. Zu den Attraktionszentren 5 und 6 mit ihren fünf Spindelenden rücken fünf Streifen chromatischer Substanz und schließen zu einem Kreis zusammen. Die Attraktionszentren 3 und 4 vereinigen je vier Streifen zu einem Halbring. In 5 und 7 sind zwei Körnchenstreifen vorhanden, während nach Strahlung 8 nur ein Streifen gerückt ist. Die Folge

ist, daß die einzelnen aus der Teilung hervorgehenden Tochterkerne sehr ungleiche Mengen chromatischer Substanz empfangen. Denn die Tochterkerne entstehen an den einzelnen Attraktionszentren, mit denen sie an Zahl übereinstimmen, aus der sich daselbst ansammelnden chromatischen Substanz. Man sieht daselbst wie Fig. 20 zeigt, einzelne Haufen kleiner Bläschen auftauchen, die sich vergrößern und schließlich zu einem einfachen, bläschenförmigen ovalen oder kugeligen Kern verschmelzen. Die zuerst auftretenden Haufen kleiner Bläschen stehen noch eine Zeitlang durch achromatische Spindelfäden, die aber bald schwinden, in Zusammenhang. In den Beispielen Fig. 14 und Fig. 15 würden mithin acht Tochterkerne, hier und dort aber in einer etwas abweichenden Weise entstehen müssen.

Wie schon gesagt, ist es bei den stark überfruchteten Eiern eine häufig zu beobachtende Erscheinung, daß sich im Dotter mehrere getrennte Komplexe von Spindeln entwickeln. Zum Beleg diene Fig. 21 a, b. In derselben treffen wir ein größeres exzentrisch gelegenes Aggregat von 10 Spindeln, welche wir bei Einstellung des Mikroskops auf zwei Ebenen überschauen können. In der einen Ebene (b) liegen fünf Spindeln, die zu einem Rhombus in der schon Taf. IV Fig. 20 beschriebenen Weise verknüpft sind. Von der Strahlung 1 gehen nun in divergierender Richtung zwei Spindeln schräg aufwärts zu den bei einer etwas höheren Einstellung des Mikroskops (a) sichtbar werdenden Strahlungen 5 und 6. Indem von ihnen wieder zwei horizontal gelegene Spindeln ausgehen und sich in der Strahlung 7 treffen, entsteht ein zweiter etwas höher gelegener Rhombus. Beide Rhomben hängen, abgesehen von der ihnen gemeinsamen Strahlung 1, auch noch dadurch zusammen, daß sich zwischen die Strahlungen 2 und 3 des tieferen und die Strahlungen 5 und 6 des höheren Rhombus zwei vertikal gerichtete Spindeln einschieben.

Etwas abseits von dem beschriebenen Spindelkomplex liegt 1) eine einfache Spindel, deren chromatische Substanz bereits in zwei Streifen gespalten ist, 2) eine wie es schien, ganz isolierte und in ihrer Entstehung uns unklar gebliebene Strahlung, 3) ein Tetraster mit noch nicht scharf entwickelter Spindelbildung und einer zentral gelegenen noch nicht deutlich in einzelne Streifen gesonderten Ansammlung chromatischer Körnchen.

Über den weiteren Verlauf der Befruchtung bei den stark nikotinisierten Eiern ist jetzt noch folgendes zu berichten. Wenn sich die mehr oder minder zahlreichen Tochterkerne aus den Spin-

delaggregaten hervorgebildet haben, was im allgemeinen nach drei Stunden geschehen ist, so macht sich an den Eiern auch äußerlich der Eintritt des Zerklüftungsprozesses bemerklich. Es entwickeln sich zahlreiche, wohl zur Anzahl der Tochterkerne in Beziehung stehende Furchen auf der Oberfläche. Indem dieselben tiefer einschneiden, wird die Eioberfläche mit größeren und kleineren hervorgewölbten Höckern oder Knospen bedeckt, in denen je nach ihrer Größe ein oder mehrere Kerne eingeschlossen sind. Es können so ziemlich unregelmäßige Figuren entstehen. Die Knospen beginnen sich an ihrer Basis einzuschnüren und bleiben dann gewöhnlich noch einige Zeit durch Stiele im Zentrum des Teilungskörpers im Zusammenhang stehen. Dann isolieren sich die kleineren Knospen, die größeren beginnen kleinere Knospen zu treiben und dann auch zu zerfallen, so daß gewöhnlich eine halbe Stunde, nachdem sich die erste Furchenbildung gezeigt hat, das ganze Ei in zahlreiche Stücke von verschiedener Größe zerfallen ist. Die größeren davon enthalten oft mehrere Kerne. Wir nennen diesen für die Vielbefruchtung charakteristischen Prozeß, weil sich gleichzeitig viele und unregelmäßige Knospen bilden und zur Teilung führen, die Knospenfurchung.

2. Beeinflussung der Eier durch Morphium hydrochloricum.

Im Verhältnis zu den übrigen verwandten Stoffen haben Morphiumlösungen einen auffallend geringen Einfluß auf die Eier. Lösungen unter 0.1% rufen auch bei längerer Einwirkung keine nennenswerten Veränderungen hervor, und selbst bei Lösungen von 0.1% und 0.2% bedarf es einer stundenlangen Dauer, ehe man mit Sicherheit Abnormitäten in den Befruchtungsvorgängen feststellen kann. Da nun bei mehrstündigem Liegen der Eier die Einflüsse sich geltend machen, welche auch beim Verweilen in reinem Meerwasser unausbleiblich sind, und man somit es nicht mehr mit der Einwirkung des chemischen Stoffs allein zu thun hat, haben wir hauptsächlich mit konzentrierteren Lösungen von 0.4 und 0.6% experimentiert. Über die letztgenannte Konzentration hinauszugehen verbietet sich von selbst, da die in der Wärme bereitete Lösung dann anfängt, beim Erkalten Krystalle abzusetzen.

Unter dem Einfluß des Morphiums verlieren die Strahlungserscheinungen im Inneren des Eies an Intensität und auch die Befruchtungskegel bleiben klein, so daß es nicht leicht fällt, schon kurz nach der Befruchtung festzustellen, ob in normaler Weise nur

ein Spermatozoon oder ob zwei und mehr derselben eingedrungen sind. Zur Entscheidung dieser Frage haben wir daher vielfach die Beschaffenheit der späteren Entwicklungsstadien benutzt. Treten direkte Vierteilungen auf, zu einer Zeit, wo normalerweise die Eier erst zweigeteilt sein sollten, so kann man bei der Anwendung von Morphium, da dasselbe den Teilungsvorgang normal befruchteter Eier an und für sich nicht verändert, mit ziemlicher Sicherheit den Schluß ziehen, daß zwei oder drei Spermatozoen eingedrungen sind. Knospenfurchung ist ein Hinweis auf ausgesprochene Polyspermie. Auch die Bildung von Stereoblastulae und stark verzögerte Gastrulation können als Fingerzeige benützt werden, wenn sie auch nicht in gleichem Maaße beweiskräftig sind.

Versuche mit 0.1% und 0.2% Lösung.

Über die Versuche mit schwächeren Lösungen wollen wir kurz im Zusammenhang berichten. Während der ersten zwei Stunden der Einwirkung werden die Eier normal befruchtet, erst nach zweistündiger Behandlung beginnen allmählich Befruchtungen mit mehr als einem Spermatozoon aufzutreten. Nach dreistündiger Morphiumwirkung mehren sich die Fälle von Polyspermie, doch giebt es selbst nach sechs Stunden noch Eier, welche normal befruchtet werden.

Versuche mit 0.4% Morphiumlösung.

Während der ersten Stunde der Einwirkung ist so gut wie gar keine Veränderung der Eizellen zu konstatieren; erst von da ab kann man eine erhebliche Zahl von Eiern nachweisen, bei denen zwei oder mehr Spermatozoen eingedrungen sind. Immerhin kann man erst bei fünfstündiger Morphiumbehandlung mit einiger Sicherheit darauf rechnen, daß alle Eier von mehr als einem Spermatozoon befruchtet werden. Auf die Bildung der Dotterhaut hat eine 0.4% Morphiumlösung keinen Einfluß, dieselbe unterbleibt erst zu einer Zeit, wo es auch beim Liegenlassen der Eier in Wasser der Fall sein würde.

Zum Beweis des Gesagten besprechen wir zwei Versuchsreihen genauer.

1. Versuchsreihe mit 0.4% Morphiumlösung.

Am 3. April früh 7 Uhr 15 Min. wurden frisch aus dem Eierstocke entleerte Eier in eine 0.4% Morphiumlösung gebracht. Bei einer Einwirkungsdauer von 50 Minuten traten nur äußerst wenig Abnormitäten auf; bei zwei Eiern konnten doppelte Befruchtungs-

kegel, bei einem anderen im weiteren Verlauf deutliche Doppelstrahlungen erkannt werden. Nach Verlauf von zwei Stunden waren sämmtliche Eier in Teilung begriffen, einige wenige zerfielen sofort in vier Teilstücke, die meisten waren zweigeteilt.

Ganz ähnliche Resultate wurden erzielt, als die Eier um 8 Uhr 45 Min. zur Befruchtung aus dem Morphium herausgenommen wurden, nachdem sie $1\frac{1}{2}$ Stunden in der Lösung gelegen hatten. Ein geringer Unterschied wurde erst auf dem Stadium der Teilung bemerkbar, indem die Zahl der Vierteilungen sich als größer erwies und bei einigen auch die Anzeichen unregelmäßiger Knospung auftraten.

Eine wesentliche Veränderung ergab sich, als ein neuer Versuch um 9 Uhr 45 Min. mit Material, welches $2\frac{1}{2}$ Stunden in Morphium gelegen hatte, ausgeführt wurde. Schon gleich zu Anfang konnten an einigen Eiern doppelte Befruchtungskegel nachgewiesen werden. Als später die Strahlung deutlich wurde, mehrten sich die Eier mit unzweifelhafter Polyspermie. Demgemäß fielen auch die Bilder auf dem Teilungsstadium aus. Wohl der zehnte Teil zerfiel unmittelbar in vier Stücke, dazwischen waren wenige unregelmäßige Knospenteilungen. Um 2 Uhr, also vier Stunden nach der Befruchtung, waren alle Eier entweder vier- oder achtgeteilt.

Der vierte Versuch mit dem gleichen Ausgangsmaterial wurde um 11 Uhr nach fast vierstündiger Einwirkung des Morphiums ausgeführt. Die Membran wurde noch sehr deutlich abgehoben, aber sehr viele Eier zeigten gleich von Anfang an Polyspermie. Um $12\frac{3}{4}$ Uhr, nicht ganz zwei Stunden nach Vornahme der Befruchtung, war die Hälfte der Eier in Vierteilung und nur ein Viertel in normaler Zweiteilung begriffen. Der Rest bestand aus den verschiedensten Teilungsformen, welche zu einem Zerfall des Eies in eine große Anzahl Stücke führten. Bei manchen lag ein großes Stück auf der einen Seite, kleine knospenartige Teile auf der anderen Seite.

Bei dem fünften Versuch, welchen wir um 12 Uhr nach fast fünfstündiger Morphiumwirkung vornahmen, hob sich die Eihaut noch immer in normaler Weise ab, aber fast überall trat Polyspermie ein. Bei der Teilung waren normale Zweiteilungen spärlich, auch die Zahl der Vierteilungen war geringer geworden und betrug nur ein Drittel der Eier, dagegen hatten sich die unregelmäßigen Teilungsformen sehr vermehrt. Ein Rest von Eiern war bei den Versuchen übrig geblieben und wurde bis zum folgenden Tag in der Morphiumlösung belassen. Um 9 Uhr 15 M. (genau nach 26

Stunden) wurde mit ihnen noch eine letzte Befruchtung ausgeführt. Überall trat Polyspermie ein, bei einigen Eiern wurde die Dotterhaut nicht mehr abgehoben, bei den meisten trat dieser Prozeß indessen immer noch, wenn auch sehr verlangsamt ein. Bei einem Teil der letzteren war die Dotterhaut durch einen ziemlich weiten Zwischenraum von der Eioberfläche getrennt, bei anderen war sie nur wenig abgelöst. Am Abend waren die meisten Eier todt; die überlebenden gaben ein sehr mannigfaltiges Bild. Einige Eier waren nicht abgefurcht, enthielten aber im Innern große blasige Kerne, andere zeigten auf der einen Seite abgeschnürte Zellstücke, während der Rest eine vielkernige Protoplasmakugel war, noch andere unterlagen einer unregelmäßigen superfiziellen Furchung. Im großen und ganzen gewann man den Eindruck, daß die abgestorbenen Eier die genannten Teilungserscheinungen ebenfalls durchgemacht hatten und daß die überlebenden bald absterben würden.

2. Versuchsreihe mit 0.4% Morphiumlösung.

Eine zweite Versuchsreihe mit der 0.4% Morphiumlösung am 6. April ergab im wesentlichen gleiche Resultate. Die Eier wurden 11 Uhr 30 Min. in die Morphiumlösung entleert und successive befruchtet um

1) 12 Uhr nach $\frac{1}{2}$ Stunde,
2) 12 Uhr 40 Min. nach 1 Stunde u. 10 Min.,
3) 1 Uhr 20 Min. nach fast 2 Stunden,
4) 2 Uhr 40 Min. nach 3 Stunden u. 10 Min.,
5) 4 Uhr 20 Min. nach fast 5 Stunden.

Wir können die ersten vier Versuche gemeinsam besprechen; sie wurden sämmtlich erst auf dem Teilungsstadium untersucht. In allen überwogen die Zweiteilungen, doch waren schon beim ersten Versuch Vierteilungen vorhanden. Ihre Zahl vermehrte sich proportional der Dauer der Morphiumeinwirkung und erreichte bei dem um 2 Uhr 40 M. befruchteten Eiquantum etwa ein Drittel.

Am folgenden Tag (7. April) Abends war das Blastulstadium erreicht. Die meisten Blastulae waren normal und zeigten die ersten Spuren der Gastrulation, einige enthielten wenige Körner im Innern, andere waren ganz vollgepfropft, und waren somit typische Stereoblastulae. Am folgenden Tag war bei ersteren die Gastrula fertig gestellt, und auch die pathologischen Formen schickten sich an, die Gastrulaeinstülpung zu bilden.

Ganz anders verhielt sich das um 4 Uhr 20 M. befruchtete Eimaterial. Hier trat nirgends normale Teilung ein; lange verharrten die Eier auf einem Zustand, wo ein einziger Kern mit zahlreichen Strahlungen vorhanden ist. Später wurden sie in 4, 5 und mehr knospenartig zusammenhängende Stücke eingeschnürt. Tags darauf hatten nur wenige Blastulae ein normales Ansehen; meist erblickte man Blastulae, deren Furchungshöhle zum Teil oder ganz mit glänzenden Körnchen erfüllt war. Die Gestalt derselben war unregelmäßig, vielfach eingebuchtet, hie und da sogar tief gelappt.

Am zweiten Tag waren die normal entwickelten Blastulae zu Gastrulae geworden; die unregelmäßigen Formen besassen nur ausnahmsweise einen Anfang der Gastrulaeinstülpung. Meist schwammen sie langsam herum mit anhängenden und sich ablösenden Zellfetzen. Einige waren geplatzt. Viele waren klein, offenbar weil sie Verluste am Körpermaße erlitten hatten. Die kleinen klebten öfters zusammen, als ob sie aus Teilung eines größeren Körpers hervorgegangen wären.

Versuche mit 0.6% Morphiumlösung.

Die meisten Versuchsreihen wurden mit 0.6% Morphiumlösung angesetzt. Denn es stellte sich heraus, daß selbst dieser außergewöhnliche Grad der Konzentration noch von den Eiern vertragen wurde. Da die Einwirkung rascher eintrat, waren die üblen Nebeneinflüße des langen Liegens im Wasser nicht zu befürchten.

1. Versuchsreihe.

Die erste Versuchsreihe wurde am 4. April um $8\frac{3}{4}$ Uhr angesetzt und die erste Befruchtung nach einer halben Stunde vorgenommen. Dieselbe schien überall eine ganz normale zu sein, wenigstens haben wir nirgends das Eindringen von mehr als einem Spermatozoon nachweisen können. Immerhin sprach der weitere Verlauf der Entwicklung dafür, daß hie und da Dispermie eingetreten war. Denn bei der Teilung wurden einige Eier direkt in vier Stücke erlegt, andere ergaben Knospungsfiguren.

Bei der Befruchtung um $9\frac{3}{4}$ Uhr (nach einstündiger Morphiumwirkung) war die Polyspermie in vielen Fällen ganz unzweifelhaft. Wir konnten dabei eine interessante Beobachtung machen. Zwischen der Oberfläche des Eies und der wenn auch etwas verlangsamt so doch deutlich und weit abgehobenen Eimembran fanden sich bei mehreren Eiern freibewegliche Spermatozoen. Sie schlängelten sich auf der Oberfläche des Eies hin und her, vermochten aber nicht in dieselbe einzudringen. Wir haben sie lange Zeit

unter dem Mikroskop beobachtet und feststellen können, daß ihre Bewegungen nach einiger Zeit schwächer wurden und endlich ganz aufhörten.

Nach Verlauf von zwei Stunden war das Teilungsstadium erreicht; die Hälfte der Eier zerfiel direkt in 4, die andere Hälfte in 2 Stücke. Spärlich war die Zahl der Knospungsfiguren.

Bei den beiden folgenden Befruchtungen, welche um 10¼ und 11¼ vorgenommen wurden, waren im Ganzen keine größeren Abweichungen im Vergleich zu dem vorher erwähnten Versuch nachzuweisen. Die Zahl der Vierteilungen schien sogar eine geringere zu sein; dafür hatten freilich die Knospungsfiguren zugenommen.

Die nächste und zugleich letzte Befruchtung wurde erst nach weiteren zwei Stunden ausgeführt. Die Eier hatten nunmehr 4½ Stunden in 0.6% Morphiumlösung gelegen. Die Dotterhaut wurde nicht mehr in normaler Weise gebildet; sie hob sich blasenartig hier und dort ab, war aber schließlich ringsum vollkommen abgelöst. Überall drangen viele Spermatozoen ein, was zur Folge hatte, daß zur normalen Zeit nirgends Teilung eintrat. Nach 1½ Stunden war meist noch der Eikern als große Blase, im weiteren Umkreis von vielen Spermastrahlungen umgeben, sichtbar. Selten war er in Spindelbildung übergegangen, ein Zeichen, daß eine Verschmelzung von Ei- und Sperma-Kern sich vollzogen hatte. Erst nach einer weiteren Stunde traten Furchungserscheinungen ein. Stets war an einem Pol das Ei intakt, am anderen schnürten sich dagegen knospenförmige Stücke in sehr mannigfacher Weise ab.

Die letzterwähnte Partie kam nicht zur Weiterentwicklung; alle übrigen ergaben dagegen gute Resultate. Nach zwei Tagen (am 6. April) war die Gastrulation bei einem Teil vollzogen, andere Eier waren noch Stereoblastulae. Auch hier mehrte sich die Zahl der Stereoblastulae in den einzelnen Partien proportional der Zeitdauer der Morphiumwirkung.

2. Versuchsreihe.

Am 5. April Nachmittags 4.30 wurden neue Eier in 0,6% Morphiumlösung gelegt. Die erste Partie wurde schon nach einer Viertelstunde befruchtet. In vielen Eiern ließ sich Doppelstrahlung erkennen; später (6½ Uhr) zeigte nur die Hälfte des Materiales normale Zweiteilung, der Rest vorwiegend Vierteilung und auch Knospungsfiguren. Nach 17stündiger Entwicklung fanden sich fast nur Blastulae mit normalem Aussehen, bei denen die

Mesenchymbildung noch nicht begonnen hatte; wenige Blastulae hatten kleine Haufen von Körnern in ihrer Furchungshöhle.

Bei der um 5 Uhr (also nach halbstündiger Morphiumwirkung) vorgenommenen Befruchtung war ebenfalls bei vielen Eiern Dispermie zu bemerken. Nach 1½stündiger Entwicklung befand sich ein Drittel in Zweiteilung, ein anderes Drittel in Vierteilung, der Rest zeigte Knospung. Nach 17 Stunden waren die meisten Eier zu normalen Blastulae geworden, wenige enthielten im Inneren Körnerhaufen.

Um 5 Uhr 15 Min. befruchtete Eier ließen hie und da schon drei Spermastrahlungen im Inneren des Eies erkennen. Am folgenden Tag waren wesentlich weniger normale Blastulae vorhanden; einige Blastulae waren sogar ganz von Körnchen vollgepfropft.

Die zwei weiteren Befruchtungen um 5.45 und 6 Uhr wurden mit verdünntem Sperma ausgeführt. Trotzdem drangen 2 oder 3 oder viele Spermatozoen in die Eier ein. Namentlich bei der 6 Uhr-Portion war die Polyspermie ganz überwiegend. Bei ihr waren daher am folgenden Tag nur wenige normale Blastulae zu sehen, freilich auch wenige Stereoblastulae, die meisten Larven hatten im Inneren Körnerhaufen von wechselnden Dimensionen. Unter den Stereoblastulae hatten einige große Kugeln in ihrem Inneren.

Bei allen Versuchen gelang die Weiterentwicklung; die normalen Blastulae wurden zu Gastrulae, auch die Blastulae mit geringer Körneranhäufung erfuhren die Einstülpung, nur die Stereoblastulae blieben unverändert.

3. Versuchsreihe.

Eine dritte Versuchsreihe wurde am 6. April 11 Uhr 30 Min. begonnen und die erste Befruchtung abermals nach einer Viertelstunde vorgenommen. Auf die Erscheinungen bei der Befruchtung konnte nicht geachtet werden, zur Beurteilung wurde das Verhalten bei der Teilung benutzt. Hierbei ergab sich, daß ein Viertel der Eier einer Vierteilung unterlag, die meisten übrigen in normaler Weise sich zweiteilten, wenige Eier Knospungsfiguren lieferten. Nach 24 Stunden waren fast alle zu normalen Blastulae, nach weiteren 24 Stunden zu normalen Gastrulae geworden. Wenige Blastulae enthielten Körnerhaufen in der Furchungshöhle, noch weniger waren davon ganz angefüllt. Diese hatten 48 Stunden nach der Befruchtung noch keine Gastrulae gebildet. Am 10. April fanden sich fast nur normale Plutei.

Bei einer zweiten Partie, welche eine halbe Stunde in der Morphiumlösung gelegen hatte, teilte ein Drittel der Eier sich sofort in vier Stücke. Später waren keine Unterschiede zur ersten Partie erkennbar.

Beim folgenden Versuch wurde die Einwirkungsdauer des Morphium auf 1 Stunde 10 Min. ausgedehnt (11.30 — 12.40). Die Zahl der Vierteilungen steigerte sich bis zur Hälfte, auch die Knospungsfiguren hatten zugenommen, der Rest (fast $\frac{1}{2}$) bestand aus Zweiteilungen. Abends 6 Uhr hatten alle Eier ein sehr gleichförmiges und regelmäßiges Aussehen, sie ließen sich von normalen Morulae nicht unterscheiden. Auch am folgenden Tag waren die meisten Larvenformen ganz normal, einige enthielten Körnerhaufen in der Furchungshöhle, wenige waren davon ganz erfüllt. Am dritten Tag war über die Hälfte in die vollständige Gastrulaform übergeführt, die übrigen waren Blastulae mit mehr oder minder stark entwickeltem Körnerinhalt und zeigten fast sämtlich die Anfänge der Gastrulation. Am 12. April schwammen viele Plutei frei herum, viele Larven lagen am Boden und waren noch Gastrulae, deren Furchungshöhle mit Körnern erfüllt war. Immerhin hatte auch bei ihnen die Umwandlung in den Pluteus begonnen.

Eine vierte Befruchtung wurde 1 Uhr 20 Min. ausgeführt mit Eiern, welche somit fast zwei Stunden in Morphium gelegen hatten. Über die Hälfte erlitt Vierteilung, auch die Zahl der Knospungsfiguren war ansehnlich, so daß auf die normalen Zweiteilungen nur ein Drittel kam. Auch hier hatten die abgefurchten Eier ein gutes Aussehen, und waren unter ihnen am folgenden Tage wenige Blastulae, bei denen Körnerhaufen in der Furchungshöhle lagen. Am dritten Tag war bei der Hälfte die Gastrula ausgebildet, bei der anderen Hälfte wurde die Einstülpung angelegt. Hier waren dann die Furchungshöhlen mit Körnerhaufen erfüllt.

Im Vergleich zu den bisher besprochenen Entwicklungsreihen ergab die nächst folgende erhebliche Unterschiede. Sie wurde 2.10 angesetzt, nachdem die Eier von 11.30 an, d. h. 2 Stunden 40 Min. im Morphium gelegen hatten. Die Zweiteilung trat ganz zurück, auch die Zahl der Vierteilungen war nicht groß; um so mehr überwogen die Knospungen. Abends waren die Eier zwar abgefurcht, die einzelnen Furchungskugeln aber sehr ungleich groß. Tags darauf waren viele Larven unregelmäßig eingeschnürt; fast alle enthielten Körnerhaufen im Inneren, wenn auch nur wenige prall erfüllt waren. Viele von ihnen starben ab, bevor das Gastrula-

stadium eingetreten war, einige erreichten sehr spät das Gastrulastadium, einige wurden rechtzeitig zu Gastrulae umgebildet. Am 15. April war nur ein kleiner Teil noch vorhanden, und diese enthielten in ihrer Furchungshöhle Körnerhaufen; nur zum Teil waren sie zu Plutei geworden, andere waren über das Gastrulastadium nicht hinausgekommen.

Die längste Einwirkungsdauer des Morphium bei der vorliegenden Versuchsreihe war drei Stunden, von 11.30—2.40. Lange Zeit blieb der Eikern bestehen, umgeben von vielen Spermastrahlungen; dann trat Knospenfurchung ein; äußerst wenige Eier teilten sich in vier Stücke.

3. Beeinflussung der Eier durch Strychninlösungen.

Die Strychninbehandlung ruft bei den Eiern der Seeigel Erscheinungen hervor, welche in wichtigen Punkten von denen sich unterscheiden, welche im Verlauf der Morphiumeinwirkung erzielt werden. Die Strahlungsfiguren sind nicht allein nicht herabgesetzt, sondern sogar verstärkt, die Befruchtungskegel ragen auffallend stark über die Eioberfläche hervor und entspringen mit breiter Basis aus dem Dotter, so daß es leichter als sonst fällt, die Zahl der eingedrungenen Spermatozoen zu bestimmen.

Ferner treten die Veränderungen sehr rasch ein. Bei stärkeren Lösungen genügten schon fünf Minuten, vielleicht könnte man die Zeitdauer sogar noch geringer bemessen, bei schwächeren Lösungen war schon eine Einwirkung von 20 Minuten ausreichend. Dabei kann man die Konzentration der Lösungen sehr gering nehmen, indem schon eine 0,005% Strychninlösung bei 10 Minuten einen merklichen, bei 20 Minuten sogar einen ganz erheblichen Einfluß hat. Wir besprechen die Einwirkungen der einzelnen Lösungen getrennt.

1) Versuche mit 0.005% Strychninlösung.

Bei einem ersten Versuch ergab sich, daß schon eine Einwirkung von 10 Minuten eine starke Polyspermie zur Folge hatte. Es ließ sich das sofort am Anfang konstatieren und fand später in der Beobachtung, daß fast nur Vierteilungen und Knospenfurchungen eintraten, seine Bestätigung; zum Teil hatte die Polyspermie in der besonderen Beschaffenheit der Eizellen ihren Grund. Denn als diese, ohne vorher der Strychninwirkung unterlegen zu haben, befruchtet wurden, wurde die Eimembran verlangsamt abgehoben, ein Zeichen, daß das Material gelitten hatte. Demgemäß stellte es sich bei einem zweiten Versuch mit einem an-

deren Tier heraus, daß selbst bei 20 Minuten langer Dauer höchstens ein Drittel der Eier von mehr als einem Spermatozoon befruchtet wurde.

2. Versuche mit 0.0075% Strychninlösung.

Die geringfügige Verstärkung der Lösung von 0.025% hatte schon wesentlich andere Resultate zur Folge. Es wurden Einwirkungsdauern von 10, 15 und 20 Minuten gewählt. Sowohl die Untersuchung des frischen Materials als auch die Behandlung mit Reagentien führten zu dem Resultat, daß nur ein kleiner Teil Eier von einem Spermatozoen, der Rest dagegen von mehreren, meist 2, selten 3—5 Spermatozoen befruchtet worden war. Proportional der Einwirkungsdauer nahm die Zahl der monospermen Eier ab, die Zahl der polyspermen zu. Als Teilung eintrat, zerfiel daher auch die Hälfte der Eier in vier Stücke, die andere Hälfte war von Zweiteilungen und Knospungsfiguren gebildet. Das relative Verhältnis beider zu einander war nun derart, daß bei der Einwirkungsdauer von 10 Minuten die Zweiteilungen, bei der Einwirkungsdauer von 20 Minuten die Knospungsfiguren überwogen.

Die Eier der drei Serien wurden gemeinsam weiter kultiviert und entwickelten sich zu einem Gemisch von Blastulae, Stereoblastulae und Übergangsformen beider. Die Mehrzahl erreichte das Pluteusstadium, wenn auch viele zuvor abstarben.

3) Versuche mit 0.01% Strychninlösung.

1. Versuch. Bei einer Einwirkungsdauer von fünf Minuten konnte keine Polyspermie nachgewiesen werden, weder durch eine Vermehrung der Strahlungen noch der Befruchtungskegel. Tags darauf waren die meisten Blastulae normal, wenige enthielten in der Furchungshöhle Körnerhaufen. Am dritten Tag der Entwicklung war nur ein Drittel der Eier zu normalen Gastrulae geworden, alle übrigen Larven besaßen die Furchungshöhle mit Körnerhaufen angefüllt, zum Teil waren sie schon zu Gastrulae geworden, zum Teil waren sie erst im Begriff, die Einstülpung zu bilden. Am siebenten Tag waren noch keine Pluteusformen erkennbar. Wenn auch die Larven Spicula und einen Ösophagus besassen, so waren sie doch meist noch kugelig und zeigten eine übermäßige Mesenchymentwicklung.

Das Gesagte gilt auch von einer zweiten Partie Eier, welche 10 Minuten im Strychnin gelegen hatte. Nur konnte bei derselben in einigen Fällen das Eindringen von mehreren Spermatozoen an der Vermehrung der Spermastrahlungen erkannt werden.

Eine dritte Partie Eier blieb 20 Min. in der 0.01% Strychninlösung liegen, ehe sie befruchtet wurde. Hier war gleich von Anfang an bei einigen Eiern die Vielbefruchtung unzweifelhaft, indem sie 2–3 Befruchtungskegel besaßen; noch sicherer war die weite Verbreitung der Polyspermie später an den Spermastrahlungen zu erkennen. Tags darauf waren fast nur Stereoblastulae vorhanden, welche erst am dritten Tag der Entwicklung teilweise anfingen die Gastrula zu bilden, während andere zerplatzten und zu Grunde gingen. Am 17. Tage lebten nur noch wenige Larven als kugelige Stereoblastulae oder als leidlich normal aussehende Plutei.

Die letzte Partie Eier war eine halbe Stunde lang der Strychninwirkung ausgesetzt worden; daher zeigte denn ein jedes Ei nach der Befruchtung gleich auf den ersten Blick mehr als einen Befruchtungshügel; an einigen zählten wir sechs; später traten in jedem Ei mehrere Spermastrahlungen auf. Die Blastulae, welche aus dieser Entwicklung stammten, hatten fast alle ein schlechtes Aussehen und starben in großer Anzahl bald ab. Einige von ihnen, obwohl im Inneren vollgepfropft von Körnchen, bildeten am dritten Tage das Gastrulasäckchen aus und nahmen am siebenten Tage die Pluteusgestalt an.

2. Versuch. Eier, welche von einem anderen Weibchen stammten, wurden an dem gleichen Tag (11. April) 10 und 15 Minuten der Behandlung mit Strychnin ausgesetzt und beide Partien, da sie keine größeren Unterschiede ergaben, in dasselbe Schälchen vereint. Unter den Teilungen waren viele Vierteilungen und Knospungsfiguren. Am Tag darauf hatten alle Blastulae ein gutes Aussehen, doch waren sie nur zu einem Drittel normal, ein zweites Drittel hatte eine ganz von Körnchen erfüllte Furchungshöhle, bei einem dritten Drittel war das nur teilweise der Fall. Am 14. April schwamm ein Teil der Larven frei im Wasser herum, ein anderer Teil lag nach wie vor am Boden. Der erstere bestand aus Gastrulae, welche in Umbildung zu Plutei begriffen waren, und aus Stereoblastulae, bei denen die Einstülpung sich entwickelte. Am Boden befanden sich Stereoblastulae von zerfetztem Aussehen, die von losgelösten Zellhaufen bedeckt waren. Am 18. April endlich schwärmten viele Plutei im Wasser, einige davon mit doppelter Spitze und mit im Übermaß entwickelten Stacheln. Die Stereoblastulae hatten sich, so weit sie nicht abgestorben waren, in Gastrulae verwandelt.

4) Versuche mit 0.025% Strychninlösung.

Obwohl die Strychninlösung nur fünf Minuten auf das Eimaterial einwirkte, waren doch die Eier in hohem Maße alteriert. Als

die Befruchtung vorgenommen wurde (11. April 3 Uhr 20 Min.), hob sich zwar die Dottermembran rasch ab, allein es trat wohl überall Polyspermie ein. An vielen Eiern waren 2—3 Befruchtungskegel zu sehen, später traten im Inneren 4 und mehr Spermastrahlungen auf. Die inneren Befruchtungsvorgänge waren meist nach Verlauf von $1\frac{1}{2}$ Stunden noch nicht abgelaufen. Neben den Spermastrahlungen war der Eikern zumeist noch zu sehen, oder er fing erst an in Beziehung zu den Spermakernen zu treten. Am 12. April schwammen im Wasser fast nur Stereoblastulae von gutem Aussehen herum. In den folgenden Tagen starben aber die meisten derselben ab, die übrigen waren in der Bildung der Gastrula mehr oder minder vorgeschritten.

5. Versuche mit 0.1% Strychninlösung.

Die ersten orientierenden Versuche über die Strychninwirkung wurden mit 0.1% und 0.25% Strychninlösung gemacht und zwar bei einer Einwirkungsdauer von 5 Minuten, 10 Minuten und 20 Minuten.

Eier, welche am 7. April Nachmittags mit 0.1% Strychninlösung 5 Minuten lang behandelt worden waren, zeigten bei der Befruchtung sofort starke Polyspermie; fast ein jedes besaß mehrere außerordentlich breite Befruchtungshügel, später sehr deutlich mehrere Spermastrahlungen, dabei wurde die Eimembran rasch abgehoben. Nach zwei Stunden, als Teilung eintrat, war nur ein Drittel in Zwei- oder Vierteilung begriffen, sonst waren nur Knospungsfiguren zu sehen. Am folgenden Tag waren nur Stereoblastulae in der Zucht vorhanden, zum Teil schwammen dieselben frei herum und hatten eine glatte Oberfläche, zum Teil lagen sie mit unregelmäßig höckeriger Gestalt am Boden. Am zweiten und dritten Tag schwamm eine große Anzahl leidlich aussehender Blastulae im Wasser herum; nur ein Viertel lag am Boden. Am 14. April (sieben Tage nach der Befruchtung) waren immer noch die Blastulae in überwiegender Zahl; manche waren ganz klein, weil sie wahrscheinlich einen Teil ihres Zellmaterials ausgestoßen hatten. Gering war die Zahl der Gastrulae, noch geringer die der Plutei.

Nach einer 10 Minuten dauernden Behandlung mit Strychnin wurde bei der Befruchtung die Eihaut etwas verlangsamt abgehoben. Polyspermie trat ein wie bei der beschriebenen Partie; die Spermastrahlungen im Innern der Eizellen waren deutlich ausgeprägt. Reguläre Teilungen erfolgten gar nicht mehr, sondern

unregelmäßige Knospungen. Am folgenden Tage lagen alle Blastulae noch am Boden, ihr Inneres war von Körnerhaufen erfüllt, ihre Gestalt sehr unregelmäßig. Am Tag darauf besserten sich die Verhältnisse, indem etwa drei Viertel eine leidlich normale Gestalt angenommen hatten und frei im Wasser schwammen. Für die späteren Stadien gilt alles, was auf der vorigen Seite von den fünf Minuten lang behandelten Eiern gesagt wurde.

Bei Eiern, welche 20 Minuten lang in der Strychninlösung verweilt hatten, war rücksichtlich der Befruchtungserscheinungen nichts besonderes zu erwähnen. Die Eihaut wurde noch, wenn auch verlangsamt, gebildet. Aber bei der Teilung ergaben sich Unterschiede, indem die Eier in höchst unregelmäßiger Weise durch oberflächliche Furchen in größere und kleinere im Innern zusammenhängende Stücke zerlegt wurden. Nur ein Teil der Larven vermochte am Tag darauf die Eihaut zu verlassen, bei der Hälfte blieb der Embryo als ein Haufe von kleineren und größeren Zellkugeln in der Eihaut liegen. Eine weitere Entwicklung trat nicht ein.

Alle diese Erscheinungen steigerten sich bei einer Einwirkungsdauer des Strychnins von 45 Minuten. Jetzt wurde auch die Eihaut nicht mehr ordentlich abgehoben und war nur durch einen schmalen Spalt vom Ei getrennt. Die Strahlungsfiguren dagegen waren noch deutlich. Die Eier zerfielen in große und kleine Teilstücke mit mächtigen Kernen, aber die so gebildeten Embryonen verließen die Eihülle nicht mehr. Nach 1¼stündiger Einwirkung des Reagens unterblieb die Membranbildung vollständig.

6) Versuche mit 0.25% Strychninlösung.

Schon bei einer 5 Minuten lang dauernden Behandlung mit 0.25% Strychnin war bei der Befruchtung eine Verlangsamung in der Abhebung der Eimembran zu konstatieren. Das Ei bedeckte sich mit vielen großen Befruchtungshügeln, denen dann auch viele sehr deutliche Spermastrahlungen entsprachen. Zweiteilungen waren nicht zu beobachten, Vierteilungen nur in geringer Zahl, und so wurde die Hauptmasse der Eier durch Knospenfurchung in Blastulae übergeführt. Diese hatten am folgenden Tag ein zerfetztes Äußere, flimmerten zwar, vermochten sich aber nicht über den Boden zu erheben und frei herumzuschwimmen. Meist gingen sie bald zu Grunde, wenige lebten noch am zweiten Tag.

Über die Resultate, welche bei einer 10 Minuten langen Behandlung erzielt wurden, kann ich mit wenigen Worten hinweg-

gehen, da sie im Vergleich zu dem Vorigen nur eine geringe Steigerung der Einwirkung des Giftes boten. Wurde nun die Einwirkungsdauer noch weiter auf 25 Minuten und darüber gesteigert, so unterblieb die Bildung der Eimembran hie und da ganz. Die Strahlungsfiguren im Inneren des Eies wurden undeutlich. Immer seltener wurden die Fälle, in denen das Ei durch Knospung in unregelmäßige Stücke zerlegt wurde; immer mehr wurde es dagegen zur Regel, daß die Eier abstarben, bevor noch Andeutungen einer Furchung eingetreten waren. Nach einstündiger Einwirkung unterblieb schließlich auch die Bildung der Dotterhaut.

4. Beeinflussung der Eier durch Chloralhydrat.

Zu den Versuchen wurden Lösungen von 0,1 und 0,2 und 0,5 % Chloralhydrat im Meerwasser angewandt. Die erstere Lösung rief bei kurzer Anwendung keine sichtbaren Veränderungen in der Eizelle hervor. Denn als Eier von 4 Uhr 15 Min. bis 4 Uhr 25 Min. in eine 0,1 % Lösung gebracht worden waren, wurden sie in normaler Weise befruchtet und teilten sich um 6 Uhr 10 Min. Das Gleiche trat ein, als die Einwirkung noch um 10 Minuten verlängert wurde. (4 Uhr 15 bis 4 Uhr 35 Min.)

Auch eine 0,2 % *Chlorallösung* wirkte nicht bei kurz bemessener Zeitdauer. Eier, welche in derselben 10 Minuten (4 Uhr 15 bis 4 Uhr 25 Min.) verweilten, zeigten reguläre Zweiteilung. Wenn die Lösung aber länger als 10 Minuten wirkte, so wurden Störungen hervorgerufen, wie die folgenden 3 Versuche lehrten.

1. *Versuch*. Die Eier verweilten von 11 Uhr 5 bis 11 Uhr 17 Min. in Chloralhydrat. Als nun Sperma hinzugefügt wurde, erfolgte bei den meisten normale Befruchtung; nur in eine kleine Anzahl drangen mehrere Samenfäden ein und veranlaßten unregelmäßige Furchung.

2. *Versuch*. Eine Anzahl Eier war drei und eine halbe Stunde in der Chlorallösung belassen worden. Trotzdem reagierten dieselben noch bei Zusatz von Sperma dadurch, daß sich die Eihaut abhob. Indessen trat überall Polyspermie ein. Denn um 4 Uhr zeigten sich in jedem Ei auf das deutlichste viele Spermakerne. Dieselben hatten an Größe zugenommen und waren bläschenförmig geworden. Zwischen ihnen war meistentheils der größere Eikern noch sichtbar, doch nur kurze Zeit. Um 4 Uhr 30 Min. war er geschwunden, wahrscheinlich weil Umbildung zur Kernspindel eingetreten war.

3. Versuch. In einem dritten Versuch ließen wir das Chloral von 11 Uhr 5 bis 3 Uhr 40 Min., also vier und eine halbe Stunde auf die Eier einwirken. Unter dem Mikroskop untersucht, noch ehe der Samen zugesetzt wurde, zeigten sich Veränderungen im Dotter. Derselbe war etwas grobkörnig geworden. Trotzdem hob sich bei der Befruchtung noch die Eihaut ab. Auch hier gab sich die Überfruchtung später auf das deutlichste dadurch zu erkennen, daß um 4 Uhr 30 Min. im Dotter viele bläschenförmige Spermakerne sichtbar wurden.

Zahlreichere Versuche wurden mit einer Chlorallösung von 0,5 %, deren Wirkung eine viel intensivere war, angestellt. Wir teilen hierüber 3 Versuche mit.

1. Versuch. Am 1. April wurde eine größere Quantität Eier in eine 0,5 %ige Lösung von Chloralhydrat gebracht. Nach verschiedener Dauer der Einwirkung wurden kleinere Portionen herausgenommen und befruchtet. Als nach 5 Minuten Samen hinzugefügt wurde, hob sich bei allen Eiern die Dotterhaut ab; doch war jetzt überall Polyspermie eingetreten (Tafel IV, Fig. 1), welche man gleich von Anfang an den zahlreichen Befruchtungshügeln erkennen konnte. Infolge des Chloraleinflusses entwickelte sich indessen keine Spur von Strahlung in der Umgebung der eingedrungenen Samenfadenköpfe, auch war die ganze Weiterentwicklung eine außerordentlich verlangsamte. Denn selbst nach einer Stunde war der Eikern noch unverändert und deutlich zu sehen, ohne mit den Spermakernen verschmolzen zu sein (Tafel IV, Fig. 2). Diese hatten währenddem an Größe zugenommen und sich durch Aufnahme von Flüssigkeit in Bläschen umgewandelt. Noch später verschwanden der Eikern und die Spermabläschen, und an ihrer Statt waren im Dotter zahlreiche, in verschiedener Weise angeordnete Strahlungen wahrzunehmen. Um 2 Uhr entwickelten sich gleichzeitig zahlreiche Einschnürungen und Höcker (Tafel IV, Fig. 3), durch welche sich das Ei langsam und in unregelmäßiger Weise in viele kleine und größere Teilstücke nach dem Typus der Knospenfurchung auflöste.

Andere Eiportionen wurden nach 10, 20, 30, 40 und 50 Minuten aus der Lösung genommen und befruchtet. Auch jetzt noch hob sich in allen diesen Fällen die Eihaut unter Eindringen vieler Samenfäden vom Dotter ab. Desgleichen vollzogen sich die weiteren Veränderungen in der vorhin beschriebenen Weise, so daß etwa um 3 Uhr 50 Min. die Knospung erfolgte.

Wenn die Chloralwirkung noch längere Zeit dauerte, wurden

die Befruchtungserscheinungen etwas abgeändert. Bei einem Eiquantum, welches von 11 Uhr 20 bis 2 Uhr 30 Min. in Chloral blieb, hob sich bei der Befruchtung die Eihaut nicht mehr ab; gleichwohl waren viele Spermatozoen eingedrungen, sowie auch um 4 Uhr 50 Min. viele Spermakerne aus ihnen entstanden waren. Erst als die Eier 4 Stunden in Chloral verweilt hatten, waren sie nicht mehr befruchtungsfähig und wahrscheinlich abgestorben oder wenigstens im Absterben begriffen, da das Eiplasma sich verändert zeigte und grobkörnig geworden war.

Die von so zahlreichen Spermatozoen befruchteten Eier haben sich in einzelnen Exemplaren noch sieben Tage lang weiter züchten lassen. Am 2. April wurden in den Versuchsschälchen flimmernde Blastulae in großer Anzahl nachgewiesen; doch wichen sie von normalen Blastulae ab. Die Kugeloberfläche bestand aus einer einfachen Lage hoher flimmernder Cylinderzellen; anstatt mit Gallerte aber war das Innere mit größeren und kleineren kugeligen und glänzenden Körpern, welche wie Detritus aussahen, angefüllt. In dieser Weise waren viele Larven noch am folgenden Tage unverändert erhalten und flimmerten im Wasser herum. Bei anderen hatte sich die Zellschicht an einem Pole verdickt und etwas pigmentiert, am entgegengesetzten Pole abgeplattet, womit die Einleitung zur Gastrulation gegeben war, da die verdickte Stelle sich später einstülpte. Am 4. April zeigten sich zu unserer Überraschung im Wasser einige Pluteusformen mit Kalkskelet und braunen Pigmentflecken; teils sahen sie ziemlich normal aus, teils waren sie verkrüppelt. Zwischen ihnen flimmerten immer noch Blastulae herum, welche gegen früher nur die eine Veränderung erkennen ließen, daß auf ihrer Oberfläche mehrere braune Pigmentpunkte entstanden waren. Andere und zwar nicht wenige Larven waren abgestorben und zerfallen. Am 7. April, wo wir das Zuchtglas zum letzten Mal durchmusterten, waren noch Plutei am Leben.

2. Versuch. Am Sonntag, den 5. April, wurden Eier von 10 Uhr 25 bis 10 Uhr 50 Min. in Chloral gebracht und dann befruchtet. Es bildeten sich unter Abhebung der Eihaut viele Befruchtungshügel. Strahlung konnte im Innern des Dotters nicht gesehen werden. Um 2½ Uhr erfolgte Knospenfurchung in viele kleinere und größere Stücke. Am folgenden Tage waren zahlreiche in der oben beschriebenen Weise abnorm gestaltete flimmernde Blastulae entstanden. Am Abend begann schon bei einzelnen die Gastrulation. Am Dienstag und noch mehr am Mittwoch schwammen viele Gastrulae, welche Gallerte und Kalknadeln auszu-

scheiden begonnen hatten, in dem Wasser herum. Währenddem waren einzelne Larven, welche sich am Grund des Uhrschälchens angesammelt hatten, zerfallen.

3. Versuch. Am Dienstag den 7. April wurde ein Versuch in der Weise ausgeführt, daß nach einer Chloraleinwirkung von 10 Minuten den Eiern außerordentlich stark verdünnte Samenflüssigkeit zugesetzt wurde. Die Eihaut wurde überall abgehoben. Viele breite Befruchtungshügel entstanden. Um 3 Uhr 15 Min. erkannte man im Dotter die zahlreichen Spermakerne als kleine, helle Flecke, aber noch ohne Spur von Strahlung in ihrer Umgebung. Dieselbe machte sich erst eine Viertelstunde später bemerkbar. Um 5 Uhr begann der Knospungsprozeß, aber in einer noch unregelmäßigeren Weise als bei Eiern, die zum Vergleich gleichzeitig mit Nicotin behandelt worden waren. Trotzdem kam es am folgenden Tag zur Entstehung von Blastulae, deren manche in hohem Grade pathologisch verändert waren. Denn den Flimmerkugeln hingen auf ihrer Oberfläche viele aus dem Verbande der übrigen ausgeschiedene Zellen und Zellenhaufen an, sowie auch im Innern der Kugel Detritus angesammelt war. Am Freitag lebten noch die mißgebildeten Larven, aus denen zum Teil Gastrulae geworden waren, und wurden von da nicht weiter gezüchtet.

5. Beeinflussung der Eier durch Chloroform.

Wie schon in der Einleitung hervorgehoben wurde, ist das Chloroform dasjenige Mittel gewesen, welches den Anstoß zu der vorliegenden Arbeit gegeben hat. Mit ihm hatten wir bereits schon während eines Aufenthaltes in Sorrent einige Versuche vorgenommen. Eier wurden in einem Uhrschälchen mit Meerwasser unter einer Glasglocke während fünf bis zehn oder fünfzehn Minuten der Einwirkung von Chloroformdämpfen ausgesetzt, befruchtet und darauf aus dem nach Chloroform riechenden Wasser in reines Meerwasser übertragen. Bei geringeren Graden der Chloroformwirkung hob sich von den Eiern die Dotterhaut ab, doch waren gewöhnlich zahlreichere Samenfäden eingedrungen, die im Dotter Strahlung hervorriefen und dadurch kenntlich wurden. Bei etwas stärkerer Chloroformierung war die Polyspermie eine beträchtlichere. Nach einiger Zeit hatte sich der Eikern oft bedeutend vergrößert, wie es auch bei längerer Chloralwirkung der Fall war, und waren die Spermakerne zu ziemlich großen oberflächlich gelegenen Bläschen geworden. Wenn die Chloroformwirkung zu stark war bei Anwendung während 15 bis 20 Minuten, starben die Eier

ab, wobei das Protoplasma eine eigenthümliche, glasige Beschaffenheit annahm. Bei Eiern, die im Stadium des Absterbens waren, haben wir bei Zusatz der Samenflüssigkeit oftmals eine nicht uninteressante Erscheinung beobachtet. Sie reagierten noch auf den Zusatz des Samens, indem sich die Eihaut abhob; alsbald aber begann der Dotter seine Beschaffenheit zu verändern, sich in einen Haufen von größeren und kleineren Kügelchen umzuwandeln und so zu zerfallen. Durch die Abhebung der Membran war der Prozeß des Absterbens unmittelbar veranlaßt worden.

In Nervi wollten wir die Versuche wieder aufnehmen, unterließen es aber bald, weil das Chloroform in seiner Handhabung weniger bequem und in seiner Wirkung weniger gleichmäßig war als Chloral, Nicotin und mehrere andere Mittel. Hierbei wurden wir aber auf eine neue Erscheinung aufmerksam gemacht. Wir suchten die Eier mit Chloroformwasser anstatt durch Dämpfe zu narcotisieren. Zu dem Zwecke schüttelten wir Meerwasser mit Chloroform, ließen sich das schwerere Chloroform absetzen und gossen nach mehreren Stunden die darüber stehende Flüssigkeit ab. Wenn nun Eier in diese gebracht wurden, so hob sich eine Membran augenblicklich vom Dotter weit ab, der sonst seine normale Beschaffenheit beibehielt. Wahrscheinlich wird diese Erscheinung dadurch veranlaßt, daß die im Wasser fein verteilten Chloroformteilchen, wenn sie mit der Oberfläche des Protoplasma in Berührung kommen, momentan einen heftigen Reiz auf dieselbe ausüben, ohne ein Absterben zu veranlassen, da sie nur einzelne Punkte treffen. Die anderen Mittel wirken als Lösung auf die ganze Oberfläche gleichmäßig und allmählich ein, da sie nur in starker Verdünnung angewandt werden können. Bei stärkerer Concentration töten sie sofort ab. Das angeführte Experiment ist deswegen von Interesse, weil es lehrt, daß eine Abhebung von einer Membran nicht bloß durch den normalen physiologischen Reiz eines befruchtenden Samenfadens, sondern auch durch passende chemische Reize hervorgerufen werden kann.

Weiter versuchten wir die mit Chloroformwasser behandelten Eier, bei welchen die Membran abgehoben war, durch Znsatz von Samen zu befruchten. Ein Erfolg trat nirgends ein. Kein Samenfaden drang in den Dotter ein. Aus dieser Thatsache läßt sich der Schluß ziehen, daß die Membran, wenn einmal abgehoben, dem Eindringen der Samenfäden ein Hindernis entgegensetzt.

6. Beeinflussung der Eier durch Cocain.

Da in den letzten Jahren das Cocain von den Pharmakologen und Ärzten als ein in hohem Grade betäubendes und die Nervenerregbarkeit herabsetzendes Alkaloid erkannt worden ist, hatten wir dasselbe, besonders durch Herrn Professor BINZ veranlaßt, auch in das Auge gefaßt und verwandten es zu unseren Experimenten in Lösungen von 0,025, 0,05 und 0,1 %. Vom Chloralhydrat war es in seiner Wirkung etwas verschieden.

1) Lösung von 0,025 % Cocain.

Am 11. April wurde eine Partie Eier von 3 Uhr 20 Min. bis 3 Uhr 25 Min., eine andere Partie 15 Minuten lang in die Cocainlösung gebracht. Im ersteren Falle hob sich die Eihaut sofort ab, mehrfach ließ sich Überfruchtung konstatieren, indem hie und da 2 bis 4 Befruchtungshügel bei der Durchmusterung mit starker Vergrößerung nachzuweisen waren. In den meisten Eiern waren um 5 Uhr mehr als 4 Strahlungen, zuweilen deren 8 bis 10 vorhanden, und so erfolgte denn auch später nur in einer geringen Anzahl von Fällen reguläre Zweiteilung, meist aber Knospung in mehr als 4 Stücke.

Im zweiten Falle, bei der Einwirkung von 15 Minuten, wurde die Eihaut nur wenig und in Falten abgehoben (Tafel IV, Fig. 11) und zwar zuerst und am meisten an denjenigen Stellen, an welchen sich ein Samenfaden eingebohrt hatte. In Folge der Polyspermie kam es später zu unregelmäßiger Knospenbildung.

Lösung von 0,05 % Cocain.

Nach Einwirkung von nur 5 Minuten drangen in die meisten Eier unter Abhebung der Eihaut 2, 3 und mehr Samenfäden ein. Nach kurzer Zeit wurde um die Spermakerne auch deutlich ausgeprägte Strahlung sichtbar. Schon um 3 Uhr 45 Min. trat Zellvermehrung ein. Nur wenige Zwei- und Vierteilungen wurden bemerkt, das gewöhnliche war Knospung in 5, 6 (Tafel IV, Fig. 23), 8 und mehr Stücke. Der weitere Verlauf der Entwicklung gestaltete sich nicht ungünstig. Denn nach 2 Tagen waren Blastulae mit oft reichlicher Gallertausscheidung entstanden, zum Teil waren sie auch in Umwandlung zu Gastrulae begriffen. Am fünften Tage hatte die Gallertausscheidung bei vielen noch zugenommen. Die weitere Entwicklung wurde nicht verfolgt.

Lösung von 0,1% Cocain.

Als Eier 10 Minuten (Mittwoch, 8. April, 4 Uhr 5 bis 4 Uhr 15 Min.) in der Lösung geblieben waren, hob sich die Eihaut beim Samenzusatz noch ab und es trat unter Bildung mehrerer Befruchtungshügel Polyspermie ein, die nach einer Viertelstunde sich am leichtesten konstatieren ließ, da viele deutliche Strahlungen um die Spermakerne entstanden waren. Um 6½ Uhr begann der größte Teil der Eier Knospen zu treiben, während nur einzelne sich in zwei oder gleich in vier Stücke teilten.

Bei Einwirkung der Lösung während 15 Minuten wurde die Eihaut infolge der Befruchtnng schwach oder gar nicht abgehoben. Die Polyspermie führte nach derselben Zeit wie oben zur Vielknospung.

An diesen 2 Zuchten wurde die Entwicklung eine Woche lang verfolgt. Am Ende derselben standen die meisten Larven noch auf dem Blastulastadium mit mehr oder minder reichlicher Gallertausscheidung.

7. Beeinflussung der Eier durch Chinium sulfuricum.

Es ist bekannt, daß Chinin auf niedere Organismen in viel höherem Grade giftig wirkt, als auf höhere Thiere und daß schon eine dünne Lösung von 0,02% Infusorien z. B. rasch abtötet. Desgleichen ist nach den Untersuchungen von Binz Chinin ein sehr starkes Gift für Lymphkörperchen. Auch auf die Eizellen wirken schon schwache Lösungen von 0,005% giftig ein und rufen, wenn auch nicht den sofortigen Tod, so doch Störungen in dem Entwicklungsprozeß hervor. Die Experimente wurden mit einer Lösung von 0,05 und mit einer Lösung von 0,005% angestellt.

1) Lösung von 0,05% Chinium sulfuricum.

Am Freitag den 3. April wurden Eier in die Chininlösung gebracht und teils nach 5 Minuten, teils nach 10 oder 15 oder 20 Minuten herausgenommen und befruchtet.

a) Befruchtung nach 5 Minuten.

Überall hebt sich in normaler Weise die Eihaut ab. Meistenteils war die Befruchtung eine einfache; in einen kleineren Teil der Eier waren 2 und mehr Samenfäden eingedrungen. Nach 1½ Stunden sah man daher hauptsächlich Amphiaster in den Eiern entwickelt,

zwischen ihnen noch ziemlich zahlreiche Tetraster und ab und zu auch Eier mit 5 und mehr Strahlungen. Am folgenden Tage zeigte sich an vielen Objekten keine nachträgliche Schädigung durch Chinin. Es waren viele typische, im Wasser flimmernde Blastulae mit Gallertkern und eingewanderten Mesenchymzellen entstanden, doch fanden sich auch auf dem Boden des Uhrgläschens eine Anzahl pathologischer, von Überfruchtung herrührender Blastulae.

b) Befruchtung nach 10 Minuten.

Bald war die Eihaut vollständig, bald nur wenig und in einzelnen Fällen gar nicht abgehoben. Mit wenigen Ausnahmen war jetzt Polyspermie eingetreten. $1\frac{3}{4}$ Stunden nach der Befruchtung sah man daher in den Eiern teils mehr als 2, teils sehr viele Strahlungen. Nicht selten waren derartige Befunde, daß etwas excentrisch im Dotter der Eikern mit 3 bis 4 Strahlungen an seiner Oberfläche lag und außerdem noch in der Dotterrinde zahlreiche isolierte, von Strahlung umgebene Spermakerne vorkamen, welche sich vergrößert und bläschenförmige Beschaffenheit angenommen hatten. Die aus dieser Befruchtung am folgenden Tage entstandenen Blastulae waren pathologisch, insofern sich in ihrem Innern glänzende Körner etc. angesammelt hatten und zuweilen auch ihrer Oberfläche einzelne Körner oder abgelöste Zellen anhingen.

c) Befruchtung nach 15 Minuten.

Bei der Mehrzahl der Eier hob sich die Dotterhaut nicht mehr ab, und in den wenigen Fällen, wo es geschah, nur schwach. Es erfolgte hochgradige Polyspermie. Nach einiger Zeit sah man gewöhnlich den Eikern in nicht unerheblicher Weise vergrößert und von mehreren Strahlungen umgeben, außerdem noch 4 bis 8 isolierte Strahlungen, von denen eine jede einen Spermakern umschloß, welcher durch Aufnahme von Flüssigkeit bläschenförmige Beschaffenheit angenommen hatte.

d) Befruchtung nach 20 Minuten.

Nirgends entwickelte sich jetzt bei der Befruchtung eine abstehende Eihülle. Nach 3 Stunden wieder untersucht waren viele Eier mit deutlichen Spermastrahlungen (Taf. IV, Fig. 5) ganz dicht erfüllt, worauf es, allerdings zu sehr verschiedenen Zeiten, zur Knospung kam. Je später dieselbe eintrat, in welchem Falle wohl die Chininwirkung am intensivsten gewesen war, um so mehr wurden die absonderlichsten Figuren hervorgerufen (Taf. IV, Fig. 4),

Die von vielen Kernen durchsetzten Eier streckten sich und nahmen die Form von unregelmäßigen Knollen an, die mit kleineren und größeren Höckern, in denen ein oder 2 Kerne lagen, bedeckt waren. Manche Höcker hingen mit der Hauptmasse nur durch einen dünnen Stiel zusammen. Am folgenden Tag waren die meisten Eier zerfallen, wenige hatten sich zu hochgradig pathologisch veränderten Blastulae weiter entwickelt.

2) Lösung von 0,005% Chinium sulfuricum.

Wenn dieselbe nur während 5 Minuten einwirkte, entstanden nach zwei Stunden hauptsächlich normale Zweiteilungen, eine ziemlich beträchtliche Menge von Vierteilungen (wir schätzten dieselben etwa auf 10%) und eine kleine Anzahl von unregelmäßigen Formen. Bei Einwirkung während einer halben Stunde beobachteten wir nur wenig Zweiteilungen, dagegen die Anzahl der Vierteilungen und der in Knospung begriffenen Eier vermehrt. An den folgenden Tagen entwickelten sich in den Zuchtgläsern aus diesem Material noch normale Blastulae und Gastrulae neben pathologischen Formen, denen abgelöste Zellen oberflächlich anklebten, oder deren Inneres mit Körnermaterial erfüllt war. Manche davon hatten durch einen Riß in der Zellenmembran die Körnermasse ausgeworfen und sich so in flimmernde unregelmäßige Zellscheiben umgestaltet.

Bei Eiern, welche 1 Stunde 15 Minuten in der schwachen Chininlösung gelegen hatten, wurde die Dotterhaut bei der Befruchtung immer noch abgehoben, doch erfolgte jetzt überall Polyspermie und Vielstrahlung. Die meisten so entstehenden Blastulae waren hochgradig verändert. Nach 6stündigem Aufenthalt in der Lösung fand sich kein einziges Ei mehr mit abstehender Dotterhaut. Nur in wenigen Eiern wurden später mehrfache Strahlungen beobachtet, in die übrigen war entweder kein Samenfaden eingedrungen oder er hatte, wenn es der Fall war, keine Reaktion mehr von Seiten des Dotters bewirkt. Am andern Tage war auch keine Zerklüftung eingetreten.

b. Beeinflussung der Samenfäden durch chemische Agentien vor der Befruchtung.

Um einen klaren Einblick in die Art und Weise, wie der Befruchtungsvorgang durch chemische Stoffe beeinflußt werden kann, zu gewinnen, mußten noch Versuche in Bezug auf die Samenfäden

vorgenommen werden. Wir haben daher dieselben, ehe sie zur Befruchtung verwandt wurden, der Einwirkung von verschiedenen Mitteln, wie Nicotin, Chloralhydrat, Strychnin, Chinin, Morphium ausgesetzt. Um die Wirkung zu beurteilen, hat man bei den Spermatozoen ein gutes Zeichen daran, ob die Bewegung des contraktilen Fadens verändert wird.

1. Beeinflussung der Samenfäden durch Nicotin.

Da bei Anwendung der schwachen Nicotinlösung, welche sich bei den Eiern schon so wirksam erwies, die Spermatozoen nicht zu reagieren schienen, wurde gleich mit einer 10 mal stärkeren Lösung, in welcher Eier bald absterben, experimentiert. Hierbei ergab sich eine große Widerstandsfähigkeit der Samenfäden gegen dies Mittel. Denn selbst Sperma, welches in die stark nach Nicotin riechende Lösung um 11 Uhr 25 Min. gebracht worden war, zeigte um 11 Uhr 40 Min. die lebhafteste tumultuarische Bewegung. Auch um 12 Uhr schien dieselbe nicht an Intensität verloren zu haben. Die Befruchtungsfähigkeit war noch eine vollständige. Um 1 Uhr bewegten sich die Samenfäden noch durcheinander, hatten aber in ihrer Fähigkeit zu befruchten etwas gelitten, doch nur in einer vorübergehenden Weise. Als nämlich Sperma zu Eiern, die sich in frischem Meerwasser befanden, zugesetzt wurde, schien in der ersten Zeit keine Befruchtung einzutreten, indem zwar die Samenfäden sich an die Oberfläche der Eier ansetzten, aber nicht eindrangen, wie denn auch die Abhebung der Eihaut nicht erfolgte. Nach zehn Minuten indessen mußte durch die Wirkung des reinen Meerwassers die Schädigung durch Nicotin beseitigt sein, da sich jetzt die Eihaut fast überall abhob. Um 1 Uhr 45 Min. war das gesamte Eimaterial vollständig und in normaler Weise befruchtet. Die Entwicklung ließ keine Störung erkennen; um 3 Uhr 25 Min. erfolgte überall die Zweiteilung.

2. Beeinflussung der Samenfäden durch Chloralhydrat.

In einer viel energischeren Weise, als das Nicotin, wirkt Chloralhydrat ein. Als in eine 0,5 % Lösung um 10 Uhr 10 Min. Sperma gebracht wurde, war die Bewegung schon nach 5 Minuten aufgehoben. Dieselbe kehrte jetzt indessen sehr rasch und lebhaft wieder, wenn reines Meerwasser zugesetzt wurde. Auch befruchteten die durch den vorübergehenden Aufenthalt in 0,5 % Chloral gelähmten Samenfäden, wenn sie zu Eiern zugefügt wurden, fast

ebenso bald als frischer Samen, wegen der in frischem Wasser rasch erfolgenden Beseitigung der Chloralwirkung.

Bei längerer Chloralwirkung wurde die hervorgerufene Lähmung eine stärkere und hielt längere Zeit auch nach Entfernung des schädigenden Mittels an. Sperma, welches um 10 Uhr 40 Min. (nach einer halben Stunde) aus der Chlorallösung herausgenommen wurde, blieb auch in reinem Wasser noch mehrere Minuten unbeweglich. Erst allmählich begann bei einzelnen Spermatozoen die schlängelnde Bewegung des Fadens und wurde dann rasch eine recht lebhafte. Auch die befruchtende Wirkung war jetzt für längere Zeit als bei der Einwirkung von 5 Minuten aufgehoben. Als um 10 Uhr 45 Min. Sperma, das 35 Minuten in der Chloralmischung war, zu Eiern hinzugefügt wurde, war selbst nach 10 Minuten (10 Uhr 55 Min.) bei keinem Ei die Dotterhaut abgehoben; es war mithin keine Befruchtung erfolgt, obwohl sich schon viele Spermatozoen wieder berwegten, auch den Eiern aufsaßen und besondere Bewegungen ausführten. Doch trat später noch überall Befruchtung ein. Als um 11 Uhr 20 Min. das Versuchsmaterial wieder kontroliert wurde, zeigte sich die Dotterhaut fast bei allen Eiern abgehoben und war Strahlung im Ei sichtbar. Relativ wenige Eier waren noch unbefruchtet. Um 1 Uhr begann sich das Material zu teilen, wobei ganz vereinzelte Vierteilungen sichtbar wurden. In Bezug auf letztere wird man aber wohl annehmen müssen, daß die abweichende Teilungsform durch eine Schädigung des Eies bedingt gewesen ist.

3. Beeinflussung der Samenfäden durch Chinin.

Wie Chloralhydrat, so wirkt auch Chinin in sehr intensiver Weise auf die Spermatozoen ein. Wir wandten die 0,05 % Lösung an, welche wir auch bei der Untersuchung der Eier benutzt hatten. Dieselbe hatte schon nach 5 Minuten eine erhebliche Verlangsamung der Bewegung der Samenfäden zur Folge; proportional der Einwirkungsdauer des Reagens wurden die Bewegungen schwächer, bis sie nach 35 Minuten vollkommen aufhörten. Eine um diese Zeit vorgenommene Befruchtung war anfangs gänzlich resultatlos. Da aber hierbei die Spermatozoen aus der Chininlösung in frisches Wasser gebracht worden waren, lebten sie allmählich wieder auf; 10 Minuten nach dem durch die Befruchtung herbeigeführten Wasserwechsel waren sie noch gänzlich unbeweglich, nach weiteren 20 Minuten fingen sie an, schwache Bewegungen zu zeigen; auch traten hie und da vereinzelte Befruchtungen ein; immerhin waren auch

um 12 Uhr noch die meisten Eier unbefruchtet und erst um 1 Uhr war die Gesamtheit der Eier successive befruchtet. Ob stärkere Lösungen des Chinins dauernd die Lebensthätigkeit der Spermatozoen vernichten, haben wir nicht untersucht.

4. Beeinflussung der Spermatozoen durch Strychnin.

Wenn man Sperma in 0,01 % Strychnin überträgt, so leidet dasselbe anfänglich gar nicht. Nach 3 Stunden verlangsamte sich die Bewegung etwas, doch fällt diese Erscheinung nicht sehr in die Wagschale, da Sperma, welches längere Zeit im reinen Meerwasser gelegen hat, ebenfalls eine Einbuße an Lebensenergie erfährt. Wichtig ist, daß diese schwach beweglichen Spermatozoen immer noch vollkommene Befruchtung der Eier bewirkten. Die so befruchteten Eier entwickelten sich fast sämtlich normal weiter; wenn hier und da direkte Vierteilungen auftraten, so läßt sich das wohl schwerlich als Folge der Reagentienbehandlung, welche die Spermatozoen erfahren haben, betrachten.

5. Beeinflussung der Spermatozoen durch Morphium.

Morphium scheint auf die Spermatozoen ohne jeden Einfluß zu sein. Noch nach mehr als 1 Stunde lebten sie in einer 0,5 % Lösung unverändert weiter. Eine nach $\frac{3}{4}$ stündiger Einwirkungsdauer vorgenommene Befruchtung ergab eine normale Entwicklung; nur äußerst spärlich führte sie zu Vierteilungen.

II. Abschnitt.

Über den Einfluſs von chemischen Agentien auf den Verlauf der Befruchtung.

Sowie bei normaler Befruchtung das Spermatozoon in das Innere der Eizelle eingedrungen ist, spielen sich daselbst eine Reihe von Vorgängen ab, welche für das Verständnis der Befruchtung wichtiger sind als alle vorangegangenen Erscheinungen. Der Kern des Spermatozoons und der Kern der Eizelle, Spermakern und Eikern, anfänglich weit voneinander getrennt, kommen einander immer näher und verschmelzen schließlich im Centrum des Eies zum Furchungskern. Beim Seeigelei dauert der gesamte

Prozeß etwa eine Viertelstunde, bei einigen Eiern etwas weniger, bei anderen etwas mehr, je nachdem der Ort, wo das Spermatozoon eingedrungen ist, dem Eikern mehr entfernt oder genähert liegt.

Darin, daß 2 kleine Körper in einer relativ ansehnlichen Substanzmasse stets einander finden und noch dazu in einer so kurzen Zeit, spricht sich eine wunderbare Gesetzmäßigkeit aus; es müssen in den für den Befruchtungsakt wichtigen Teilen bestimmte Kräfte wirksam sein, welche diese Gesetzmäßigkeit garantieren, deren Ermittelung nur auf experimentellem Weg herbeigeführt werden kann. Von vornherein sind drei Möglichkeiten gegeben: 1) Die Geschlechtskerne sind allein Sitz der regulatorischen Kräfte, indem sie aktiv, vermöge ihrer sexuellen Differenz, aufeinander zuwandern. 2) Die Kerne werden passiv von dem Protoplasma bewegt; die durch Aufnahme des Spermakerns ausgelösten Kontraktionen desselben treiben beide Kerne im Centrum einander zu. 3) Kerne und Protoplasma sind beide beteiligt, letzteres ist zwar vorwiegend in Aktivität, indessen besitzen die an und für sich passiv bewegten Kerne einen bestimmenden Einfluß auf die Art der Plasmakontraktionen.

Um die hier aufgeworfenen Fragen, wenn auch nicht zu entscheiden, so doch der Entscheidung näher zu führen, haben wir versucht, durch chemische Einwirkungen die inneren Befruchtungsvorgänge monospermer Eier abzuändern. Es galt uns dabei noch über einen zweiten Punkt Gewißheit zu erlangen, ob es nämlich möglich ist, die Vereinigung der Geschlechtskerne und damit den wichtigsten Teil der Befruchtungsvorgänge zu verhindern. Im bejahenden Fall mußte es von Interesse sein zu verfolgen, was dann aus den Kernen und den Eiern wird, welchen die normale Erledigung ihrer Functionen unmöglich gemacht worden war.

Zwei Umstände lenkten unsere Aufmerksamkeit auf die Anwendung bestimmter Reagentien, des Chinins und des Chlorals; einmal hatten wir bei den Untersuchungen über die durch Reagentien veranlaßten abnormen Furchungsvorgänge und polysperme Befruchtungen wahrgenommen, daß beide Substanzen in hohem Grade die Strahlungserscheinungen im Protoplasma herabsetzen, zweitens war für uns die Thatsache bestimmend, daß die Strahlung um den Spermakern bei den inneren Befruchtungserscheinungen so sehr in den Vordergrund tritt.

Wir haben nun mit der von uns am meisten benutzten 0,5 % Chlorallösung in folgender Weise experimentiert. Eine größere Menge frischer Eier wurde befruchtet; davon wurde die erste

Partie nach einer Minute herausgenommen und auf 10 Minuten in die Chlorallösung gebracht, eine zweite Partie wurde nach 1½ Minuten, eine dritte nach 5, eine vierte nach 15 Minuten in die Chlorallösung übertragen, um daselbst ebenfalls 10 Minuten zu verbleiben. Nur die letzte Partie wurde über 10 Minuten, fast eine Viertelstunde lang im Chloral belassen. Wie auch sonst, wurde nach der Behandlung das Reagens durch wiederholte Erneuerung des Seewassers möglichst vollständig entfernt.

Da die einzelnen Serien zu sehr verschiedenartigen Resultaten geführt haben, werden wir den Entwicklungsgang einer jeden getrennt schildern.

1. Versuch. Vornahme der Chloralbehandlung 1 Minute nach Besamung der Eier.

Die Eier wurden früh 9 Uhr 50 Min. befruchtet, nach einer Minute in Chloral übertragen und eine kleine Anzahl sofort untersucht. Die Eimembran war überall abgehoben, dagegen keine Strahlung zu sehen, auch entwickelte sich dieselbe nicht in der Folgezeit; sämmtliche außerhalb des Eies und in den Eihüllen befindlichen Spermatozoen waren vollkommen bewegungslos. Auch als nach 10 Minuten das Chloral ausgewaschen wurde, trat lange Zeit über keine Strahlung auf.

Die ersten Eier wurden zur nachträglichen Untersuchung 10 Uhr 20 Min., also ½ Stunde nach vorgenommener Besamung in Picrinessigsäure eingelegt. Im frischen Zustand erschienen sie, wenn wir von der Eimembran absehen, wie unbefruchtete Eier, indem sie nur den Eikern erkennen ließen. Nach der Behandlung mit Picrinessigsäure und der Färbung in Boraxkarmin trat dazu noch der Spermakern hervor, als ein ganz oberflächlich gelegener roter kleiner Körper, der nur wenig größer war als der Kopf eines Spermatozoons und sich außerdem von diesem dadurch unterschied, daß er kugelig sich abgerundet hatte (Tafel V, Fig. 14). Im Umkreis des Spermakerns war weder eine Anhäufung homogenen Protoplasmas, noch auch die geringste Spur von Strahlung zu bemerken. Der Eikern hatte seine normale bläschenförmige Gestalt verloren und hatte ein geschrumpftes Aussehen, als ob Flüssigkeit aus ihm ausgetreten wäre. Seine Kontur war zwar scharf gezeichnet, aber unregelmäßig ausgebuchtet; seine Lage war excentrisch mehr oder minder der Oberfläche genähert, bald in der Nachbarschaft des Spermakerns, bald weit von ihm entfernt.

Offenbar hatte somit die Befruchtung seit der Einlage in Chloral auch nicht den geringsten Fortschritt gemacht.

Für die richtige Beurteilung der späteren Studien ist es wichtig festzustellen, ob und wie viel Eier von mehr als einem Spermatozoon befruchtet worden sind; wir haben daher etwa 200 Eier genau durchgeprüft und kein einziges doppelt befruchtetes vorgefunden. An einigen wenigen konnten wir überhaupt den Spermakern nicht finden. Bei seiner oberflächlichen Lage ist er überhaupt um diese Zeit schwieriger nachzuweisen als auf späteren Stadien. So wäre es denn möglich, daß einige wenige disperme Eier vorhanden gewesen, aber nicht zur Beobachtung gekommen sind, weil der zweite Spermakern in Folge ungünstiger Lagerung übersehen wurde.

Während bei der Untersuchung im frischen Zustand die Eier um 10 Uhr 45 Min. (fast eine Stunde nach der Besamung) keine Veränderung aufwiesen, konnten solche an dem in Reagentien konservierten Material deutlich wahrgenommen werden (Taf. V, Fig. 15). Die Spermakerne waren größer geworden; die homogene Beschaffenheit hatte einem fein gekörnelten Ansehen Platz gemacht; ferner machte sich zum Teil wenigstens ein heller Hof im Umkreis bemerkbar, als ob sich eine geringe Spur Flüssigkeit zwischen Kern und Protoplasma angesammelt hätte. Unter etwa 60 Eizellen fanden sich 2 doppelt befruchtete, beidesmal war der eine Spermakern etwas kleiner als der andere. Der Eikern hatte sich nicht verändert, auch das gegenseitige Lageverhältnis beider Kerne war das nämliche geblieben.

Während der folgenden halben Stunde machen die Veränderungen des Spermakerns nach der soeben besprochenen Richtung weitere Fortschritte. Namentlich wird die Flüssigkeitsansammlung im Umkreis eine bedeutendere, so daß er schon im lebenden Ei 11 Uhr 20 Min. ($1\frac{1}{2}$ Stunden nach Befruchtung) als ein Bläschen auffällt, welches meist etwa halb so groß ist wie der Eikern. In einigen Fällen ist der Durchmesser geringer, in anderen Fällen wieder größer, je nachdem die Veränderungen einen langsameren oder rascheren Fortgang genommen haben (Tafel V, Fig. 16). Bei Reagentienbehandlung gleicht der Spermakern den Kernen, wie sie ab und zu bei Rhizopoden vorgefunden werden, z. B. bei Arcella vulgaris, er ist ein Bläschen mit einfachem, rundem Nucleolus geworden, nur mit dem Unterschied, daß letzterer, der eigentliche Spermakern, deutlich und gleichmäßig granuliert ist. Das gekörnelte Aussehen ist nun sehr wahrscheinlich nur der Ausdruck

einer netzförmigen oder fadenförmigen Struktur, wie sie in der Neuzeit wiederholt für das Innere von Kernen beschrieben worden ist, eine Annahme, zu welcher wir namentlich durch die Veränderungen auf späteren Stadien bestimmt werden.

Mit der Grössenzunahme hat die Intensität der Färbung abgenommen, als ob dasselbe Quantum färbbarer Substanz nun auf einen größeren Raum verteilt wäre. Immerhin ist der Körper noch intensiver gefärbt als das Protoplasma und die geformten Bestandteile des Eikerns.

Von Wichtigkeit sind feine Verbindungsfäden, welche zwischen dem nucleolusartigen Körper und dem umgebenden Protoplasma vorhanden sind und die Flüssigkeitsschicht durchsetzen. Hie und da treten solche Fäden vom Nucleolus herüber, stets äußerst zart und vollkommen farblos. Da sie infolgedessen schwierig zu erkennen sind, läßt sich über die Art ihrer Bildung nicht viel sagen; von Anfang scheint nur ein Faden da zu sein, mit Hilfe dessen der Spermakern an der Wandung seiner Kernblase befestigt ist, ähnlich einer gestielten Beere. Am schönsten haben wir den Faden bei dem Spermakern eines Eies gesehen, welches schon auf vorgerückterem Entwicklungsstadium stand. Wir erblicken in ihm dasselbe Element, welches wir früher einmal schon bei der normalen Befruchtung besprochen haben. Dort geht immer dem Spermakern die Strahlung voraus, sie schien um das Ende eines homogenen farblosen Fortsatzes gruppiert zu sein, welcher von der in Karmin rotgefärbten Hauptmasse des Kerns entspringt.

Damals sprachen wir uns schon für die Ansicht aus, daß im Spermakern 2 Substanzen seien, eine farblose schwierig nachweisbare und eine in Karmin stark sich imbibierende. In dieser Ansicht sind wir durch obige Befunde weiterhin bestärkt worden, noch mehr freilich durch eine Reihe anderer Beobachtungen, auf welche wir bei der Besprechung der späteren Stadien und der folgenden Serien noch einmal zurückkommen werden.

Der Eikern hat inzwischen wieder die Gestalt eines prall gefüllten Bläschens angenommen. Das Kerngerüst, eine farblose, feinkörnige, in Fäden angeordnete Masse, ist dadurch wieder deutlicher geworden, in ihm liegt fast stets ein homogener rundlicher Körper, ein aus achromatischer Substanz bestehender Nucleolus. Die Kontur ist fast in allen Fällen scharf gezeichnet. Von Ei zu Ei verglichen zeigen die Kerne verschiedene Durchmesser, einige sind nicht unerheblich größer als im reifen unbefruchteten Ei, so daß man den Eindruck gewinnt, als wäre die Menge des Kernsafts, nachdem

sie vorübergehend eine Verminderung erfahren hatte, wieder gewachsen.

Die Veränderungen des Eikerns sind bis zu einem gewissen Grad unabhängig von den Veränderungen des Spermakerns. Ersterer kann in seiner Entwicklung zurück sein, wenn der zugehörige Spermakern schon namhafte Fortschritte gemacht hat, und umgekehrt. Auch das Lageverhältniss beider Teile hat keinen Einfluß. Ob sie sich dicht bei einander befinden oder weit getrennt sind, ist für das Maß der inneren Umwandlungen bedeutungslos.

Schließlich sind noch einige Ausnahmen zu verzeichnen. Aeußerst selten sind die Fälle, wo Ei und Spermakern einander getroffen haben und zur Verschmelzung dicht aneinander gefügt sind, weniger selten sind andere Fälle, wo der Eikern anfängt, seine Membran zu verlieren, und wo im Kerngerüst die ersten chromatischen Körnchen sichtbar werden.

Die Zahl der Doppelbefruchtungen wurde an mehreren Präparaten bestimmt. In einem derselben waren etwa 60 Eizellen vorhanden, davon vier doppelt befruchtet, in den anderen war etwa das gleiche Verhältnis. Bei den dispermen Eizellen hatten meistens die zwei Spermakerne gleiches Aussehen.

Die bisher beschriebenen Veränderungen der beiden Kerne sind nicht sehr auffälliger Natur, indem selbst die bläschenförmige Umbildung des Spermakerns wenigstens ein Analogon findet bei den Eiern, welche noch vor der Bildung der Richtungskörper befruchtet werden. Von jetzt ab werden wir uns mit höchst überraschenden und interessanten Metamorphosen zu beschäftigen haben, welche nur schwierig und unter Anwendung von Reagentien zu erkennen sind.

Um 12 Uhr hatte die Untersuchung im frischen Zustand ergeben, daß bei den meisten Eiern kein Kern gesehen werden konnte und nur noch bei wenigen die beschriebenen zwei Kernbläschen erhalten waren. Auch die Anwendung von Pikrinsäure genügte vielfach zum Kernnachweis nicht, oder es wurden zwei getrennte undeutliche Kerne sichtbar oder zwei Kerne in Kopulation. Strahlung war nicht zu erkennen. Wir ließen die im Gange befindlichen Umwandlungen etwas weiter gedeihen und töteten um 12 Uhr 20 Min. eine größere Portion ab. Diese gefärbt und in Nelkenöl untersucht ergab eine Fülle verschiedener Bilder, welche sich aber, wie aus dem folgenden hervorgehen wird, zum größten Teil mit Leichtigkeit als verschiedene Stadien einer Umbildungsreihe deuten lassen. Wie es auch sonst zu sein pflegt und auch für die folgenden Se-

rien berücksichtigt werden muß, sind durch die Reagentienbehandlung die einzelnen Eier verschieden betroffen, so daß die einen sich rascher, die anderen langsamer entwickeln. Bei der Schilderung werden wir Ei- und Spermakern getrennt besprechen und mit ersterem beginnen, da er früher als der Spermakern der Metamorphose unterliegt und schon chromatische Schlingen erkennen läßt, wo dieser noch Bläschenform bewahrt.

Die erste Veränderung des Eikerns ist das Aufhören einer scharfen Umgrenzung und seine Reduktion in einen Körnerhaufen, der zum Theil achromatisch, zum Teil chromatisch ist. Die chromatische Substanz ist dabei in feinen Fäden angeordnet, welche nach Art der Fadenschlingen bei Kernteilung nicht selten U-förmig gebogen oder auch schwach geschlängelt sind.

Eine zweite Kernform wollen wir im folgenden die Fächerform nennen. Mit ihr beginnt die Umwandlung der achromatischen Substanz in feine Fäden, eine Anordnung, welche sich während der folgenden Stadien konstant erhält. Die Fäden, im wesentlichen alle untereinander von gleicher Größe, strahlen von einem Punkt nach einer Seite aus und bilden so ein Büschel, welches je nach der größeren oder geringeren Divergenz der Elemente die Gestalt einer Halbkugel oder eines Kegels annimmt; im Flächenbild gleicht das Ganze einem Fächer, welcher teilweise oder ganz ausgebreitet ist und in dem die einzelnen Spangen den Kernfäden entsprechen würden (cfr. auch Tafel VII, Fig. 17—19, welche einer anderen Serie entnommen sind). Von einem seiner Enden aus gesehen zeigt der Kern ein strahliges Gefüge; bei einer bestimmten Einstellung des Mikroskops sieht man einen Stern achromatischer Fäden; verändert man ein wenig die Einstellung, dann tauchen je nach der Seite, von welcher man auf den Kern sieht, höher oder tiefer die chromatischen Schleifen und Körner auf (Tafel V, Fig. 17) in Form einer Anhäufung, die eine rundliche, gegen die Umgebung aber nur undeutlich abgesetzte Figur bildet. Da das gleiche Bild, wenn auch weniger klar, bei halb seitlichen Ansichten zu Stande kommt, so begegnet man ihm viel häufiger als dem zuerst beschriebenen, welches aber für das Verständnis der Figur von größerer Bedeutung ist.

Die chromatischen Schlingen, welche nicht selten ganz kurz sind und dann wie Körner aussehen, scheinen in bestimmten Lagebeziehungen zu den achromatischen Fäden zu stehen, derart, daß jedem Faden ein chromatisches Element entspricht, welches meist dem Ende desselben wie ein Stecknadelkopf aufsitzt und nur

selten den mittleren Partien angefügt ist. Im ersteren Falle liegen die Fäden weiter auseinander, im letzteren sind sie mehr zusammengedrängt.

Der fächerförmige Eikern geht nunmehr in eine Form über, welche wir den Pseudotetraster nennen wollen. Der Pseudotetraster hat wie der ächte Tetraster vier Ecken, unterscheidet sich aber von ihm dadurch, daß die letzteren nicht durch Spindeln miteinander verbunden sind. Von jeder Ecke aus geht ein Bündel divergierender achromatischer Fasern in der Richtung nach der Mitte des Kernes zu. Die vier Bündel müssen somit zusammenstoßen und in der mittleren Kernpartie eine wirre Anordnung gewinnen, indem sie sich ineinanderschieben (Taf. V, Fig, 13).

Ein weiterer Unterschied zum normalen Tetraster ist in der Anordnung der Chromatinschlingen gegeben; diese sind ebenfalls etwas wirr durcheinander gewunden, so daß es nicht zur Bildung von vier Kernplatten kommt.

Hie und da haben wir nun Zwischenformen zwischen Fächerform und Pseudotetraster aufgefunden. Denselben zufolge scheint der Punkt, von welchem die achromatischen Fäden des Fächers ausstrahlen, einen Pol zu bilden; an der Peripherie der Fächerfigur treten dann neue Pole auf, an welchen die faserige Struktur zunächst noch undeutlich ist, gleichzeitig vollzieht sich eine Umgruppierung der Chromatinschlingen. Ein solches Zwischenstadium ist in Fig. 18, Tafel V abgebildet.

Im Protoplasma, welches den Eikern umgiebt, ist auf dem geschilderten Stadium Strahlung selten nachzuweisen; wir haben sie nur einige Male an den Ecken des Tetrasters ganz schwach entwickelt gesehen.

Wir kommen nun zu den Veränderungen des Spermakerns. Derselbe hat vielfach noch die Gestalt eines Rhizopodenkerns und ist ein Bläschen mit relativ großem Nucleolus; das schon früher hervorgehobene körnige Aussehen desselben ist deutlicher geworden und läßt sich jetzt darauf zurückführen, daß der Kern aus einem Faden besteht, welcher in vielfache Windungen gelegt ist. Namentlich lieferten für diese Ansicht Kerne, welche durch Zertrümmern des in Nelkenöl spröde gewordenen Dottermaterials isoliert und für sich dargestellt worden waren, hübsche Beweise. Der Kernfaden ragte hier eine ganze Strecke weit über die Oberfläche frei hervor und ließ sich auch in die Windungen des Knäuels hinein verfolgen (Tafel V, Fig. 20 u. 21). An den hervorragenden Stücken konnte man ferner eine Struktur erkennen, welche an den

Kernfaden in den Speichelzellen der Chironomus-Larven erinnert. Der Faden ist bei Anwendung eines engen Diaphragmas gekörnelt; benutzt man aber den Abbe'schen Beleuchtungsapparat und schaltet die Diaphragmen aus, so daß man vorwiegend ein Farbenbild erhält, so zeigt das Präparat einen Faden von roten aneinander gereihten Körnchen. Es ist daher außerordentlich wahrscheinlich, daß der Faden aus achromatischer Substanz besteht, in welche chromatische Körnchen in unregelmäßigen Abständen eingelagert sind. Sind die Windungen des Fadens noch mehr gelockert, so verliert sich das Bild eines Nucleolus und der Faden ist in der Kernblase in viele mäandrische Windungen gelegt, so daß das Lumen derselben nach allen Richtungen hin durchzogen wird.

An den Spermakernen ist häufig, wenn auch nicht immer gleich deutlich Strahlung zu erkennen; bei einigen geht dieselbe nur von einem Punkt aus; bei anderen hat sich zur ersten noch eine zweite gesellt, welche jener genau gegenübersteht; endlich giebt es auch bläschenförmige Kerne mit drei Strahlungen, wobei dann das dritte Attraktionscentrum von den ersten beiden nahezu gleich weit entfernt auf einer der freien Seiten liegt.

Meist haben sich nun, wenn die zweite und dritte Strahlung aufgetreten sind, Form und Struktur des Kerns verändert (Tafel V, Fig. 12, 18, 19). Den Strahlungen entsprechend ist er ausgezogen, zu einem Oval, wenn zwei Attraktionscentren vorhanden sind, zu einem Dreieck, wenn sich deren drei ausgebildet haben. Die Flüssigkeitsansammlung ist auch geringer geworden oder ganz geschwunden und es beginnt die Sonderung der chromatischen und achromatischen Teile, daran erkennbar, daß in einer undeutlich faserig körnigen, aber ungefärbten Masse intensiv rot gefärbte Körner oder gebogene Fäden sichtbar werden.

Wiederholt haben wir beobachtet, daß schon der dreistrahlige Kern deutlich faserig differenziert ist; die chromatischen Schlingen sind dann zu einem kleinen kugeligen Körper zusammengedrängt; von den drei Kernecken gehen farblose Fäden aus, welche divergieren und so drei kegelförmige Figuren erzeugen, welche mit der Basis dem Chromatinhaufen aufgesetzt sind.

Mit ziemlicher Sicherheit können wir weiter behaupten, daß der dreistrahlige Kern mit der Zeit zu einem vierstrahligen wird. Wir haben nämlich wiederholt dreistrahlige Kerne gefunden, bei denen ein viertes Attraktionscentrum schwach entwickelt war (Fig. 19). Dasselbe lag merkwürdiger Weise in einiger Entfernung vom Kern im Protoplasma. Es scheint somit von außen an ihn heranzutreten.

Die Entwicklung einer vierten Strahlung führt den Kern in eine weitere Form über, welche wir der Aehnlichkeit mit einem Ordensstern halber das Ordenssternstadium nennen wollen. Das Chromatin ist auch hier wieder zu einem gekörnelten kugeligen Haufen zusammengedrängt, auf demselben sitzen aber nunmehr vier faserig differenzierte achromatische Kegel auf, meist so angeordnet, daß sie gemeinsam ein Kreuz bilden. Meistens sind die einzelnen Kegel oder die Flügel des Kreuzes von ungleicher Länge, wodurch die Anordnung der Teile eine unregelmäßige wird. Die Figur ist deswegen von besonderem Interesse, weil wir sie auch bei den später zu besprechenden Versuchsreihen wieder gefunden haben.

Außer der soeben geschilderten scheint es noch eine zweite Art und Weise zu geben, in welcher der bläschenförmige Spermakern in die Ordenssternfigur übergeführt wird. Häufig hat der nucleolus-artige Körper seine homogene Beschaffenheit beibehalten oder ist nur schwach granuliert; im Farbenbild (Tafel V, Fig. 12a^1) ist er intensiv gefärbt, zeigt aber 1, 2 oder 3 kleine Ausschnitte in seiner Peripherie, welche nichts anderes sind, als die basalen Enden von achromatischen Aufsätzen, welche in entsprechender Zahl vorkommen. Die achromatischen Aufsätze sind spitz zulaufende Kegel von verschiedener Gestalt, entweder kurz und breit, oder schmal und lang. Die Spitzen rühren an das die Kernvacuole umgebende Protoplasma (Fig. 12a^2). Da die Substanz äußerst zart und durchsichtig ist, kann sie nur mit Anwendung der größten Sorgfalt wahrgenommen werden: man muß Oelimmersion bei vortrefflicher Beleuchtung und ein enges Diaphragma benutzen. Würde man annehmen, daß die homogenen Aufsätze sich in faserige Kegel verwandeln, so würde man ebenfalls eine Ordenssternfigur erhalten. Übergangsformen findet man genügend, wie die Figuren 12b, c, d lehren.

Der Unterschied zwischen den beiden Arten der Umwandlung würde darin zu suchen sein, daß im ersten Fall sich die gesamte, aus achromatischen und chromatischen Teilen zusammengesetzte Substanz erst in einen Faden aufrollt und dann erst die Sonderung in achromatische Fäden und chromatische Körnchen erfolgt, während im zweiten Falle die Aufrollung des Fadens unterbleibt und die achromatischen Teile aus dem homogen bleibenden Nucleolus hervorwachsen. Die häufig zu beobachtende körnige Beschaffenheit des letzteren ist übrigens ein Beweis, daß zwischen beiden Arten der Umbildung keine scharfen Grenzen existieren.

Wir haben hier eine Anzahl von Formen geschildert, welche sich zwanglos in eine zusammenhängende Entwicklungsreihe einfügen lassen. Wir müssen aber dazu bemerken, daß sehr häufig auch undeutliche Bilder zur Beobachtung kommen, wo der Spermakern wie ein unregelmäßiger Haufen chromatischer und achromatischer Körnchen aussieht, daß ferner wir häufig uns vergeblich bemüht haben, an hochgradig differenzierten Kernen Strahlung zu erkennen. In solchen Fällen ist es schwer, Spermakern und Eikern zu unterscheiden und ferner schwer zu bestimmen, ob die Kernfiguren nicht gut genug conserviert sind, oder ob ein der Beobachtung ungünstiges Zwischenstadium vorliegt, oder ob der Kern hier einen anderen Weg der Differenzierung eingeschlagen hat. Jedenfalls handelte es sich aber auch hier um eine Umbildung des Kerns in einen faserigen Körper.

Zum Schluß der Besprechung des in Rede stehenden Entwicklungsstadiums sei noch hervorgehoben, daß man äußerst selten beide Kerne in Vereinigung findet. Wahrscheinlich waren hier dieselben gleich von Anfang an nur durch einen geringen Zwischenraum getrennt. Entweder sind die Kerne nur äusserlich aneinander gefügt oder vollkommen verschmolzen. In letzterem Fall entsteht ein Körper mit mehreren vorspringenden Ecken. Von den Ecken gehen achromatische Fasern aus; im Innern liegen unregelmäßig verteilte chromatische Schlingen.

Um 1 Uhr, somit 3 Stunden 10 Minuten nach der Befruchtung, wurde eine weitere Portion Eier abgetötet. Die Untersuchung im frischen Zustand hatte keinerlei Veränderungen im Aussehen der Eier ergeben, gleichwohl war fast überall eine Weiterentwicklung eingetreten, wie durch die Reagentienbehandlung erkannt wurde.

Sofern die Eier nicht infolge verlangsamter Entwicklung noch auf einem Stadium sich befanden, welches mit dem eben besprochenen identisch ist, war es nicht mehr möglich, Ei und Spermakern voneinander zu unterscheiden, da beide eine äußerst ähnliche Gestalt angenommen hatten. Beide waren etwas abgeplattet und hatten von der Fläche gesehen die Form eines ungleichseitigen Dreiecks mit abgerundeten Ecken. Jede Ecke war in einiger Entfernung umgeben von einem Kranz chromatischer Stäbchen, deren Anordnung man am besten überblickte, wenn der Kern gleichsam auf der Kante stand und man auf eine der Ecken von oben herab-

schaute (Tafel V, Fig. 22, Tafel VI, Fig. 1). Der Stäbchenkranz umgiebt eine helle kreisförmige oder elliptische Stelle; alle chromatischen Stäbchen sind so orientiert, daß sie mit dem einen Ende dem Mittelpunkt der hellen Stelle zu-, mit dem anderen von demselben abgewandt sind. Im Farbenbild liefern sie daher einen äußerst zierlichen rotgefärbten Stern. Von einem Stäbchenkranz zum anderen verlaufen feine achromatische Fäden den Rändern des Dreiecks parallel. Eine Ecke war reicher an chromatischen Stäbchen als die anderen, die vom Stäbchenkranz umgebene helle Stelle war langgestreckt, als ob sie sich in zwei Partien teilen wollte. In der That finden sich auch viereckige Figuren, bei denen zwei Ecken einander sehr genähert und nur durch ganz kurze achromatische Fäden verbunden sind. Wir glauben nun nicht, daß die eine dieser Figuren aus der anderen entstanden ist, sondern daß beides coordinierte Entwicklungsstadien sind, daß die Kerne die Tendenz haben, viereckige Figuren zu bilden, daß aber zwei Ecken einander meist genähert und zwar häufig bis zur Vereinigung genähert sind. Ungenügende Entwicklung einer der gleichsam im Entwicklungsplan vorgesehenen vier Ecken kann noch in anderer Weise bewirkt werden, wenn nämlich die achromatische Figur zwar ein ungleichseitiges Viereck ist, die vierte Ecke aber keine chromatischen Stäbchen enthält (Tafel V, Fig. 22).

Als Übergangsformen zu den soeben besprochenen Kernfiguren betrachten wir nun eine Reihe von Kernen, welche ein unregelmäßiges Ansehen haben und von denen man nur sagen kann, daß sie aus achromatischen Fasern und ungenügend orientierten chromatischen Stäbchen bestehen; anstatt einer Besprechung verweisen wir auf Figur 19.

Wesentlich häufiger als auf den früheren Stadien findet man beide Kerne vollkommen vereinigt. Die Figuren, welche in diesen Fällen entstehen, bilden ein vollkommenes Pendant zu dem, was wir von den getrennten Kernen schon kennen gelernt haben; ich schildere sie im Anschluß an einige Abbildungen und in der Reihenfolge, wie sie offenbar sich aneinander fügen.

In Figur 6b, Tafel VI sehen wir einen dreistrahligen Kern vor uns. Von drei Punkten ausstrahlend, treffen die achromatischen Fasern aufeinander längs dreier Linien, die durch die Lagerung der chromatischen Körnchen gekennzeichnet sind. Es kommt so zur Bildung einer in drei Schenkel ausgezogenen Mittelplatte, deren Deutlichkeit aber dadurch beeinträchtigt wird, daß hie und da noch chromatische Körner und Schleifen unregelmäßig zerstreut liegen.

Kerne mit endständigen Chromatinrosetten sind in Fig. 6a, Tafel VI und Fig. 23, Tafel V dargestellt; dieselben unterscheiden sich durch die Anzahl der Ecken, welche das eine Mal 3, das andere Mal 4 beträgt.

Drittens heben wir noch eine Figur hervor, welche sich vermittelnd zwischen die an erster und zweiter Stelle genannten Bilder einschiebt. Die Mittelplatte ist nicht mehr vorhanden, die Chromatinrosetten noch nicht entwickelt. Immerhin zeigen die etwas wirr durcheinander gekreuzten Chromatinstäbchen schon die Tendenz, sich zu Rosetten anzuordnen (Tafel V, Fig. 24).

Bei der Annahme, daß es sich hier um kopulierte Kerne handelt, stützen wir uns auf zwei Punkte; erstens war es trotz sorgfältigster Untersuchung nicht möglich, noch einen weiteren Kern nachzuweisen, zweitens war die Masse des Chromatins so bedeutend, wie sie in einem isoliert gebliebenen Sexualkern niemals beobachtet wird. Namentlich fällt das Gesagte an den Chromatinrosetten auf, bei denen nicht nur der periphere Kranz von Stäbchen zu sehen ist, sondern auch die centrale Partie von gefärbten Körnchen eingenommen wird.

Sehr eigenthümlich ist während der geschilderten Periode die Protoplasmastrahlung. In einigen Fällen haben wir überhaupt keine Protoplasmastrahlung wahrgenommen, lassen es aber unentschieden, ob dieselbe fehlte oder so schwach entwickelt war, daß sie an Canadabalsampräparaten nicht mehr wahrgenommen werden konnte. Meistenteils war sie, wenn auch nur mit der größten Aufmerksamkeit, nachzuweisen.

Man muß zweierlei Arten der Strahlungsfiguren unterscheiden, erstens Figuren, welche im Anschluß an die Kernpole sich entwickelt haben, zweitens Figuren, welche scheinbar unabhängig vom Kern frei im Protoplasma liegen. In Eiern, bei welchen keine Strahlung an den Kernenden entwickelt ist, begegnet man meistenteils reinen Protoplasmastrahlungen, welche sogar äußerst deutlich ausgeprägt sein können; sie sind stets in Mehrzahl, zwei oder drei vorhanden, bald durch einen geringen, bald durch einen ansehnlichen Zwischenraum vom Kern getrennt, sie können in demselben Ei von verschiedener Intensität sein, wie z. B. in Fig. 24, Tafel V und Fig. 2, Tafel VI eine starke und zwei schwache Strahlungen zu sehen sind; niemals läßt sich im Mittelpunkt ein Körper erkennen, welcher als Attraktionscentrum hätte wirken können; jede Strahlung besteht nur aus einer kleinen lichten Stelle homogenen Protoplasmas, um welche die Körnchen in radiären Reihen gruppiert sind.

Bei den Kernen, deren Chromatin entweder in die centralen Partien zusammengedrängt oder an den Polen in Rosettenform angeordnet ist, sind die Kernpole fast stets Mittelpunkte von mehr oder minder stark ausgeprägter Strahlung; daneben können reine Protoplasmastrahlungen fortbestehen oder, was häufiger der Fall ist, gänzlich fehlen.

Zu dem hier Mitgeteilten haben wir noch zu bemerken, daß zwischen den Eiern, bei welchen die Kerne getrennt sind, und denen, wo die Kopulation sich vollzogen hat, kein Unterschied in Bezug auf das Auftreten von reinen Protoplasma- und von Kernstrahlungen besteht. Die Unterschiede scheinen nur davon abzuhängen, in welchem Entwicklungszustand das Protoplasma und die Kerne sich befinden, gleichgültig ob dieselben sich vereinigt haben oder nicht. Manche Bilder weisen darauf hin, daß die Strahlungen zunächst im Protoplasma entstehen und dann an die Kerne herantreten. Der Spermakern hat z. B. anfänglich nur zwei Strahlungen; dann findet man zweistrahlige Kerne, in deren Umkreis ferner noch eine Protoplasmastrahlung liegt, weiterhin dreistrahlige Kerne mit einer im Protoplasma liegenden vierten Strahlung (Tafel V, Fig. 19), endlich vierstrahlige Kerne.

Die Eier mit faserig differenzierten Kernen mögen etwa die Hälfte des um 1 Uhr eingelegten Materials ausmachen, die andere Hälfte besteht aus Eiern, bei welchen bei der angewandten Konservierungsmethode es äußerst schwer ist, die feinere Struktur zu ermitteln. Viele liefern so undeutliche Bilder, daß erst durch das Studium anschließender Stadien ein Verständnis gewonnen werden kann. Ist man aber einmal so weit gelangt, so ergiebt es sich auch hier wieder von selbst, in welcher Weise man die einzelnen Bilder genetisch zu verknüpfen hat.

Mit ziemlicher Bestimmtheit können wir uns dahin äußern, daß Geschlechtskerne mit ausgebildeten Chromatinrosetten nicht kopulieren, sondern ein jeder für sich nach der Anzahl ihrer Ecken in Tochterkerne zerfallen. Wenn dabei benachbarte Ecken einander sehr genähert sind, so liefern sie einen gemeinschaftlichen Kern; wenigstens glauben wir das daraus schließen zu sollen, daß wir niemals vier Kerne, sondern jederseits nur drei oder sogar nur zwei vorfanden, während die rosettenförmigen Kerne drei oder vier Pole besaßen.

Im Verlauf des Teilungsprozesses tritt eine höchst eigentümliche dendritische oder hirschgeweihartige Figur im Protoplasma

auf (Tafel VI, Fig. 3, 4, 10); zwischen den einzelnen Kernen spannen sich faserig aussehende körnchenfreie Protoplasmastränge aus, welche sich nach der Eiperipherie hin verästeln und hier mit deutlichen Strahlungen enden. An dem konservierten Material ist die Struktur äußerst verschwommen, so daß wir sie in den meisten Abbildungen weggelassen und nur in zwei Figuren so genau, als es möglich war, dargestellt haben. Wir waren aber schon bei der Beobachtung im lebenden Zustand auf sie aufmerksam geworden und hatten von einem frisch in Pikrinessigsäure abgetöteten Ei während der ersten Momente der Reagentienbehandlung, wo das Objekt noch seine volle Durchsichtigkeit besaß, eine in Figur 4 wiedergegebene Skizze entworfen, ohne daß wir freilich damals gewußt hätten, in welcher Weise sich die Figur aus früheren Stadien entwickelt. Aus dieser Skizze und ferner aus dem Ergebniß, zu welchem wir bei der Untersuchung konservierter Eier gelangt sind, entnehmen wir, daß die dendritische Figur eine einheitliche ist und daß in ihr die Teilprodukte des Spermakerns und des Eikerns eingebettet sind, daß diese somit durch die Protoplasmastruktur in Beziehung zu einander gebracht sind. Letzteres ist deswegen von Wichtigkeit, als hierin vielleicht eine wechselseitige Beeinflussung beider zum Ausdruck kommt. Die Äste der dendritischen Figur scheinen nicht untereinander zu anastomosieren, abgesehen von den Stellen, wo früher die Mutterkerne lagen und die anfängliche meist dreieckige Gestalt derselben eine Masche von entsprechender Form bedingt.

Was nun die einzelnen Kernteilungsstadien anlangt, so sind die wichtigsten derselben folgende: 1) Die Formen beider Kerne sind noch an einer undeutlich faserigen drei- oder viereckigen Stelle im Protoplasma zu erkennen; wo die Chromatinrosetten lagen, finden sich Haufen kleiner Kernbläschen, welche sich nicht mehr färben und von der gekörnelten Umgebung daher kaum zu unterscheiden sind (Tafel VI, Fig. 3). Es ist dieses das undeutlichste Bild, welches überhaupt während der besprochenen Prozesse beobachtet wird. 2) Die Kernbläschen sind teilweise untereinander zusammengeflossen, so daß man entweder Gruppen von Kernbläschen oder schon bläschenförmige Kerne vor sich sieht, von denen letztere durch ihre gelappte Beschaffenheit und durch ihre innere Abteilung in einzelne Stücke den abgelaufenen Verschmelzungsprozeß noch bezeugen (Fig. 7 u. 8). 3) Es sind abgerundete kugelige oder gelappte Kerne vorhanden (Fig. 4 u. 10).

Man kann schon auf diesem Stadium zahlreiche Bilder

nachweisen, welche uns zum Schluß berechtigen, daß der Vereinigungsprozeß noch über das bisher geschilderte Maß hinaus sich verfolgen läßt, daß die aus verschmolzenen Bläschen entstandenen zwei oder drei Tochterkerne noch weiter untereinander verschmelzen und somit wieder einen einzigen Kern liefern, welcher entweder dem Spermakern oder dem Eikern entspricht. Wir verweisen hier zunächst auf die Figuren 7, 8. 12, 13 und 15, da wir auf dem folgenden Stadium diese rückgängige Umwandlung der Kerne noch genauer verfolgen werden.

Wo frühzeitig eine Kopulation der Geschlechtskerne stattgefunden und zur Bildung eines einheitlichen Kernes geführt hat, scheint die Weiterentwicklung in ganz analoger Weise abzulaufen, wie wir sie hier für die nicht konjugierten Kerne geschildert haben. Wir schließen das aus dem in Fig. 6c, Tafel VI abgebildeten Präparat. In dem Ei war ein großer Kern vorhanden, derselbe war dreifach gekerbt und zeigte auch im Innern eine Abteilung in drei Stücke. Nach Analogie mit den nicht konjugierten Kernen schließen wir, daß hier eine Dreiteilung mit Wiedervereinigung der Teilstücke stattgefunden hat. Wir machen zugleich darauf aufmerksam, daß hier ein Fall vorliegt, wo ein zweites Spermatozoon eingedrungen ist. Wir haben derartige Fälle häufiger beobachtet (z. B. auch in Fig. 19, Tafel V) und dabei das zweite Spermatozoon stets in der Entwicklung zurück gefunden.

Die Mannigfaltigkeit der Bilder, welche das besprochene Entwicklungsstadium liefert, wird noch weiter dadurch erhöht, daß einige wenn auch äußerst spärliche Eier sich in Teilung befinden. Die Teilung verläuft als Knospenfurchung unter Bildung von gänzlich pathologischen Kernspindeln. Wir werden sie genauer beim folgenden Stadium besprechen.

Der Rest des gesamten um 9 Uhr 50 Min. befruchteten Eimaterials wurde um 3 Uhr nach 5stündiger Entwicklung abgetötet, weil schon die Untersuchung im lebenden Zustand deutliche Protoplasmastrahlung und bei den meisten Eiern außerdem knospenförmige Teilung ergab.

Hatten wir schon bisher verfolgen können, daß in gleichem Maß, als die Entwicklung fortschreitet, auch die Mannigfaltigkeit der Bilder zunimmt, so gilt dieses ganz besonders von dem zu besprechenden letzten Stadium. Bedingt ist die Verschiedenartigkeit in erster Linie durch den verschiedenen Rhythmus, welchen die einzelnen Zellen einhalten. Bei allen unseren Untersuchungen, auch bei denen über Bastardbefruchtung, hat sich herausgestellt,

daß die Gleichmäßigkeit, welche die Eier bei normaler Befruchtung zeigen, sofort aufhört, wenn man abnorme Verhältnisse einführt, weil dann die Reaktionsfähigkeit der Zellen eine ganz verschiedene ist. Ein Teil wird durch Reagentien stärker, ein anderer schwächer gelähmt; viele erreichen daher ein Entwicklungsstadium, welches für andere schon früh abgelaufen ist, erst nach langer Zeit. Das hat nun aber wieder zur Folge, daß dieses Stadium unter Umständen andere Charaktere annimmt, weil die Veränderungen im Kern und im Protoplasma nicht in gleichem Maße behindert werden.

In zweiter Linie trägt zur größeren Komplikation der Erscheinungen der Umstand bei, daß bei einigen Eiern die Kopulation der Kerne eingetreten, bei anderen unterblieben ist, daß bei einigen jener Vorgang sich früher, bei anderen später vollzogen hat. Dabei spielen Zufälligkeiten eine große Rolle, ob das Spermatozoon in der Nachbarschaft des Eikerns eingedrungen war oder nicht.

Naturgemäß hätten wir nun die Eier in zwei Gruppen einzuteilen: 1. in solche, bei welchen eine Weiterentwicklung ohne Kopulation der Kerne eingetreten ist, und 2. in solche, welche diesen die Befruchtung abschließenden Vorgang durchgemacht haben. Hier ergiebt sich aber sofort die Schwierigkeit, daß man einem in Teilung begriffenen Ei nur in seltenen Fällen und auch dann nicht einmal mit vollkommener Sicherheit ansehen kann, ob es der einen oder anderen Kategorie angehört. Wir werden daher in folgender Weise verfahren; wir werden zunächst bei der Schilderung die Eier behandeln, bei denen eine größere oder geringere Sicherheit vorliegt, daß die Kopulation der Kerne unterblieben ist, und dann aus der Fülle anderweitiger Entwicklungsstadien einige besonders interessante zur Vervollständigung der Schilderung herausgreifen.

Zunächst haben wir noch die Stadien zu berücksichtigen, welche schon bei dem zuletzt behandelten Material vorhanden waren und die zu Gunsten der Ansicht sprechen, daß nach der Teilung eine Rekonstruktion von Ei- und Spermakern sich vollzieht. Solche Eier, zum Teil noch aus dem vorigen Stadium stammend, sind in der Reihenfolge, wie sie sich aller Voraussicht nach aneinander schließen müssen, in den Figuren 3, 4, 7, 8, 10, 12, 13 und 15, Tafel VI abgebildet. Ueberall sind in denselben die Teilprodukte eines jeden Kerns einander genähert und zu einer Gruppe vereint. Man begegnet nun Gruppen jederseits von drei Kernen oder drei Aggregaten von Kernbläschen, Gruppen, wo die eine aus drei, die andere aus

zwei Elementen besteht, Gruppen von jederseits nur zwei Kernen, endlich jederseits nur einem einzigen Kern oder einem einzigen Haufen von Kernbläschen. Die Distanzen zwischen den Kernen einer Gruppe sind wechselnd, in den Figuren 3 und 4 ziemlich bedeutend, in anderen Figuren so gering, daß die Kerne einander fast berühren. Wo zwei Kerne in einer Gruppe vorhanden sind, kann man zweifelhaft sein, ob hier nicht gleich von Anfang an zwei Kernenden so benachbart waren, daß bei der Umbildung die Kernbläschen untereinander verschmelzen mußten. Es wäre auch denkbar, daß eine Kernecke rudimentär entwickelt war. Wir sehen z. B. in Figur 8 auf einer Seite die dritte Ecke ganz schwach durch ein minimales Kernbläschen vertreten, auf der anderen Seite sie ganz fehlen. Die Aufstellung dieser Unterschiede ist jedoch für die prinzipielle Seite der Frage von keiner Bedeutung. Wir wissen, daß beim Eikern und Spermakern ursprünglich vier Ecken oder Attraktionscentren entwickelt sind; ob diese nun früher oder später eine Verminderung durch Vereinigung erfahren haben, ist gleichgültig.

Der Verschmelzungsprozeß der Teilprodukte wird nun am sichersten durch die Fälle bewiesen, wo jederseits nur ein Kern zu sehen ist. Derselbe ist dann häufig gelappt oder sogar aus größeren oder kleineren Kernbläschen zusammengesetzt; aus der Anwesenheit von Kernbläschen kann man aber mit ziemlicher Bestimmtheit die frühere Anwesenheit eines Teilungsprozesses erschließen.

Als weiter vorgeschrittene Fälle von Vereinigung betrachten wir die Eier, wo zwei glatt konturierte Kerne von gleicher Größe und Struktur nebeneinander vorkommen (Fig. 15). Der Kern ist denn auch keine Vacuole mehr, sondern ein fein granulierter, in Karmin aber immer noch schwach sich färbender Körper. Er ist von einer Zone undeutlich strahlig angeordneten Protoplasma's umgeben und wird zum Ausgangspunkt weiterer Veränderungen welche nun erst zu dauernder Kern- und Zellteilung führen. Zunächst reihen sich hier Eier an, bei denen die beiden Kerne in chromatischer Metamorphose begriffen sind (Taf. VI, Fig. 14). Durch Aufnahme von Flüssigkeit haben sie an Größe zugenommen; dadurch ist wieder das reticuläre oder faserige Gefüge der achromatischen Kernsubstanz deutlich geworden, und im Reticulum liegen feine, aber scharf umschriebene chromatische Körnchen oder Fadenschlingen. Einige Eier haben uns erkennen lassen, daß beide Kerne nicht notwendigerweise durchaus gleichzeitig sich verändern müssen, daß der eine weit vorgeschritten sein und sogar seine

scharfe Umgrenzung verloren haben kann, während der andere in der Entwicklung zurück ist. In einem Falle (Fig. 16) haben wir an jedem Kerne eine deutliche Strahlung aufgefunden, vielleicht ist sie auch sonst vorhanden gewesen und nur der Undeutlichkeit wegen übersehen worden.

Die Strahlung ist deswegen von Wichtigkeit, weil durch ihre Anwesenheit Anknüpfungspunkte an eine Reihe weiterer Kernformen geboten werden, zunächst an Kernformen, die auf's neue die schon von früher her bekannte Fächerform uns vor Augen führen. Dieselbe kam früher nur dem Eikern zu, ist aber jetzt bei beiden Kernen vorhanden und zugleich viel kräftiger ausgebildet, indem sowohl die von einem Punkt ausstrahlenden Fasern als auch die Schlingen viel reichlicher sind. Letztere sind manchmal in eine größere und eine kleinere Gruppe verteilt entweder bei einem oder bei beiden Kernen der Eizelle (Fig. 17 u. 18). Auch der Büschel achromatischer Fasern kann dann in entsprechender Weise eine Zweiteilung zeigen, die nun ihrerseits wieder sehr verschieden ausgesprochen ist, manchmal nur darin, daß das Ausstrahlungszentrum etwas in die Länge gezogen ist, während es ein anderes Mal zur Bildung von zwei völlig getrennten Strahlenkegeln kommt. In Figur 18 sind die zwei zusammengehörigen Strahlenkegel auf der einen Seite dicht bei einander, auf der anderen Seite durch einen kleinen Zwischenraum getrennt; in Figur 9 sind die Zwischenräume beiderseits ziemlich beträchtlich. So scheint ein jeder Fächer durch eine Längsspaltung in zwei Teile zu zerfallen und diese wiederum scheinen sich zu bläschenförmigen Kernen umzuwandeln; darauf deuten Figuren hin, wo sich zwei größere und zwei kleinere Kerne vorfinden (Fig. 19). Das Protoplasma ist hier entweder ungefurcht oder, wie in Figur 11, in drei oder vier freilich noch zusammenhängende Stücke abgeteilt.

Da die Unvollständigkeit des Teilungsprozesses wohl nur als eine Folge der durch Chloral bewirkten Protoplasmalähmung gedeutet werden kann, so scheint es den mitgeteilten Untersuchungen zufolge möglich zu sein, daß Eier, bei denen eine Verschmelzung der Geschlechtskerne ausgeblieben ist, gleichwohl sich furchen.

Wir haben jetzt noch die Eier zu berücksichtigen, bei denen es nicht hat festgestellt werden können, ob eine Verschmelzung der Kerne eingetreten war oder nicht. Dieselben zeigen eine Mannigfaltigkeit des Baues, daß man fast jedes Ei getrennt beschreiben müßte; wir beschränken uns daher auf die ganz kurze Beschreibung einiger weniger erläuternder Beispiele.

1. Ei ungeteilt; 1 großer Kern, 2 kleine Kerne; alle 3 Kerne undeutlich konturiert, undeutlich gefasert mit ausgeprägten Chromatinschlingen; mit einfacher Plasmastrahlung.

Derartige Eier scheinen öfters vorzukommen cfr. Fig. 7 Taf. VII.

2. Ei ungeteilt, 1 großer zentraler Kern mit einem kleinen anhängenden Kern, beide undeutlich konturiert, in einiger Entfernung 2 weitere Kerne.

3. Ei ungeteilt, an 3 voneinander entfernten Punkten Anhäufungen von chromatischen Schlingen, eine jede mit einem Monaster ausgerüstet und in Zusammenhang mit achromatischen Fäden; die 1. Anhäufung bildet eine pentagonale Figur, die 2. Anhäufung besteht aus einem kleineren und einem größeren Komplex, die beide durch Vermittelung des Kegels farbloser Fasern zusammenhängen; die 3. Anhäufung besteht ebenfalls aus 2 Komplexen, die aber, wie es scheint, nicht mehr in Verbindung stehen.

4. Drei ungleich große, unvollkommen getrennte Teilstücke mit 3 großen und 3 kleinen Kernen.

Die vier hier kurz besprochenen Eier lassen sich vielleicht aus dem 3strahligen Kern ableiten, welcher nach der Verschmelzung von Ei- und Spermakern sich entwickelt hat. Man müßte annehmen, daß von den aus der Teilung des Triasters resultierenden Kernen ein jeder die Fächerform angenommen hat und daß vom Fächer sich eine kleinere Portion ablöste; so würden dann 3 große und 3 kleinere Kerne das Endresultat bilden.

5. Ei ungeteilt: ein einfacher undeutlich konturierter Kern, an einem Ende in einen zungenförmigen Fortsatz ausgezogen; Kernsubstanz aus chromatischen Fäden gebildet.

6. Ei ungeteilt; 4 größere und 1 kleinerer Kern.

7. Ei in 8 mehr oder minder deutlich abgesetzte Höcker erhoben; im ganzen sind 8 Kerne vorhanden; einer davon ist sehr groß und vierlappig; 4 sind von mittlerer Größe, 3 Kerne sind wesentlich kleiner. (Taf. VII Fig. 6).

Dazu kommen dann noch Eier mit äußerst undeutlichen Kernfiguren, bei denen hie und da im Protoplasma zerstreute Kerne, Haufen von Kernbläschen, Aggregate von chromatischen Schlingen sichtbar werden.

2. Behandlung mit 0.5 $^0/_0$ Chlorallösung 1½ Minuten nach der Besamung.

Um 11 Uhr wurde eine neue Partie Eier befruchtet und 1½ Minuten später der Chloralwirkung auf 10 Minuten ausgesetzt. Von dem Material wurden 5 Portionen eingelegt:

die erste	um	11	Uhr	35	Min.,
die zweite	„	12	„	0	„
die dritte	„	1	„	30	„
die vierte	„	3	„	15	„
die fünfte	„	4	„	25	„

Über die ersten beiden Portionen können wir summarisch berichten, da sie an früher Beschriebenes erinnern. Der Eikern ist fast gar nicht verändert, nur etwas geschrumpft, der Spermakern liegt ziemlich oberflächlich und ist bei der ersten Portion wenig größer als der Kopf eines Spermatozoon, bei der zweiten Portion ist er bald wie bei der ersten, bald ist er etwas gewachsen und dann gekörnelt und nicht so stark gefärbt. Seine Gestalt ist entweder abgerundet oder in kleine Fortsätze erhoben. Strahlung fehlt.

In der zweiten Portion liegen beide Kerne ab und zu nahe bei einander; äußerst selten war die Vereinigung vollzogen. Der einfache Furchungskern erinnerte dann in seinem Aussehen an den Eikern, unterschied sich aber von ihm dadurch, daß das grobe Reticulum desselben ersetzt war durch eine fein gekörnelte Masse, welche durch einen lichteren Saum von der Umgrenzung des Kerns getrennt blieb. Gar nicht selten waren in der zweiten Portion Eier, bei denen 2 Spermatozoen eingedrungen waren.

Auf dem 3. Stadium sind die Veränderungen an Ei- und Spermakern in vollem Gang. Der erstere hat stets seine Umgrenzung verloren; wenn er trotzdem vom Protoplasma durch Zertrümmern der Eizelle leicht getrennt werden kann, so hat das seinen Grund darin, daß in seinem Umkreis meist ein heller Hof sich ausgebildet hat. Außerdem hat sich aber auch die innere Struktur verändert, indem die Sonderung in chromatische und achromatische Substanzen sich vollzogen hat. (Taf. VII Fig. 2). Die letztere sieht entweder fein granuliert aus, oder sie hat die Struktur eines (oder mehrerer?) in Windungen gelegten Fadens, oder sie besteht aus einer großen Menge gerader und feiner Stäbchen, welche ihrerseits wiederum wirr durcheinander liegen können oder die ersten Spuren polarer Anordnung zeigen. Ist dann nur e i n Pol vorhanden oder derselbe deutlicher ausgeprägt als die übrigen, so entstehen Bilder, welche an die oben beschriebene Fächerform erinnern. Äußerst selten sind 4strahlige Kerne, daß sie aber vorkommen, beweist Fig. 3 Taf. VII.

Die chromatischen Teile sind meist Körnchen, bei denen es schwer fällt zu entscheiden, ob sie in den achromatischen Fäden eingeschlossen sind oder neben ihnen liegen. Letzteres ist nun

sicher der Fall, wenn — wahrscheinlich durch Verschmelzung der Körnchen — U- oder S-förmige Fadenschlingen sich gebildet haben.

Der Spermakern ist in jedem Ei, welches daraufhin geprüft wurde, vom Eikern zu unterscheiden, wenn auch sein Aussehen wechselt. Gewöhnlich erscheint er unter dem Bild eines in einer Kernvacuole eingeschlossenen Nucleolus (Taf. VII Fig. 1 u. 2). An letzterem kann man dann sehr häufig eine linsenförmige achromatische Partie unzweifelhaft erkennen. Nächstdem am häufigsten sind die Zustände, wo im Umkreis die ersten Spuren einer achromatischen Struktur wahrnehmbar werden, wie sie in der Figur 1 in verschiedenen Ausbildungsgraden abgebildet sind. Der chromatische Kernteil ist dann entweder ein noch homogener, runder Körper, oder er ist schon in körniger Umwandlung begriffen. Äußerst selten zu beobachten und offenbar außer aller genetischen Beziehung zu den bisher besprochenen Zuständen ist die Auflösung des Spermakernes in einen aus chromatischen und achromatischen Teilen bestehenden Faden. Ebenfalls selten sind 4strahlige Spermakerne (Ordenssternform), was mit den beim Eikern gemachten Erfahrungen übereinstimmt.

Die nächste Portion Eier wurde um 3 Uhr 15 Minuten eingelegt, als sich bei einem Teil schon Knospungsfurchungen bemerkbar machten. Die meisten Eier waren noch ungeteilt und zeigten im Innern undeutliche helle, durch die Kerne veranlaßte Flecke oder dendritische Figuren. Das Intervall von $1\frac{3}{4}$ Stunden war leider etwas groß bemessen, so daß es schwer fällt, die Bilder, welche sich bei Reagentienbehandlung ergaben, mit den früher erhaltenen in Zusammenhang zu bringen.

Nach der Anzahl der Kerne wollen wir die Eier in 3 Gruppen besprechen: 1. Eier mit 1 Kern, 2. Eier mit 2 Kernen, 3. Eier mit mehr als 2 Kernen.

Wo nur 1 Kern vorhanden ist, kann es nicht zweifelhaft sein, daß eine Verschmelzung der Geschlechtskerne stattgefunden hat. Der konjugierte Kern ist dann meist polygonal und faserig differenziert, die achromatischen Fasern aber nur selten in deutlicher und regelmäßiger Weise nach den Polen orientiert; die chromatischen Teile sind als mehr oder minder ausgesprochene Schlingen unregelmäßig im Kern verteilt, oder, was das Seltenere ist, in Körnchengruppen vereinigt. Außerdem finden sich aber auch Eier mit einfachem, bläschenförmigem Kern, dessen Inneres von einem Netzwerk durchsetzt ist. Das Netzwerk ist schwach

oder gar nicht gefärbt, im letzteren Falle ist die Färbung durch Körnchen bedingt, welche in das achromatische Gerüst eingebettet sind. Man kann nun zweifelhaft sein, wie man diese Befunde deuten soll, ob man annehmen soll, daß die blasenförmigen Kerne hier im Begriff stehen, sich faserig zu differenzieren, oder ob dieselben umgekehrt aus faserig differenzierten durch Rückbildung hervorgegangen sind. Uns ist das erstere wahrscheinlicher.

Auf die gleichen Schwierigkeiten stößt man bei Betrachtung der zweikernigen Eier. Vielleicht mit wenigen Ausnahmen können wir es für sicher halten, daß die beiden Kerne den Ei- und Spermakern vorstellen; sie sind entweder unregelmäßig faserig differenziert (Taf. VII Fig. 8) und dann chromatisch, oder sie sind Kernblasen mit einem Reticulum, in welchem einige wenige, gar keine oder eine größere Zahl von Chromatinkörnchen eingebettet sind (Fig. 9). Zwischen Faserkernen und achromatischen Kernblasen findet man alle Übergangsformen, nicht selten derart, daß bei einem der beiden Kerne die Umwandlung vollzogen ist, beim anderen noch nicht begonnen hat oder erst im Beginne steht. In einer früheren vorläufigen Mitteilung hatten wir die Verhältnisse so gedeutet, daß die faserig differenzierten Kerne aus direkter Umbildung von Ei- und Spermakern entstanden seien und daß die bläschenförmigen Kerne ein späteres Stadium darstellen, welches sich aus jenen durch regressive Metamorphose hervorgebildet habe. Jetzt ist uns die umgekehrte Reihenfolge wahrscheinlicher, namentlich im Anbetracht des Umstandes, daß seit dem 3. Stadium ein längerer Zeitraum verflossen war und es nicht anzunehmen ist, daß die Kerne fast 2 Stunden lang auf dem dort schon angelegten faserigen Zustand verharrt hätten. Wir halten es demnach für wahrscheinlicher, daß, wie bei der vorigen Serie, so auch hier eine Teilung von Ei- und Spermakernen sich inzwischen vollzogen hat, und daß die bläschenförmigen Kerne aus Rekonstruktion der Ei- und Spermakerne hervorgegangen sind, um sich von neuem nunmehr zu teilen und zu dem Zweck die faserige Metamorphose einzuleiten. Durch diese Annahme würde es möglich sein, die Ergebnisse der 2. Serie auf die der ersten und, wie wir gleich hinzusetzen können, auch der übrigen Serien zurückzuführen. Die Annahme findet auch darin eine Stütze, daß wir einmal ein Ei gefunden haben, welches die Fig. 5 Taf. VII ergab: eine Gruppe von 3 kleinen Kernen und einen Haufen Kernbläschen. Es ist dasselbe Bild, welches wir schon von der Teilung der rosettenförmigen Kerne her kennen.

Bei einigen der 1- und 2-kernigen Eier, auf welche sich vorstehende Schilderung bezieht, war noch ein zweites Spermatozoon eingedrungen; dann fand sich noch ein weiterer, durch seine Beschaffenheit kenntlicher Spermakern vor. Derselbe war in einigen Fällen ein chromatischer Körper mit achromatischem Fortsatz oder er besaß die Ordenssternform.

In die 3. Kategorie gehören Eier mit 3, seltener mit 4 Kernen (Taf. VII Fig. 10). Der 3kernige Zustand scheint immer aus einem 2kernigen hervorgegangen zu sein. Häufig findet man nämlich 2 Kerne, den einen kleiner, den anderen größer (Taf. VII Fig. 9 *d*); letzterer ist dann eingekerbt, als ob er sich in 2 Kerne teilen wollte. Ich habe vergebens darüber Klarheit zu erhalten gesucht, ob hier einer der Geschlechtskerne ungeteilt geblieben ist, während der andere sich geteilt hat, oder ob der konjugierte Kern erst in 2 Kerne von ungleicher Größe zerfallen ist, von denen nun der größere sich abermals teilt.

Unsicherheit in der Deutung der Bilder herrscht auch bei den Präparaten, welche das letzte Material der in Rede stehenden Serie uns geliefert hat. Dasselbe war um 4 Uhr 25 Minuten, also 1 Stunde 10 Min. später und somit $5\frac{1}{2}$ Stunde nach der Befruchtung eingelegt worden. Ein Teil der Eier war noch rund, ein anderer Teil durch Furchen eingeschnürt. Vielfach war auch jetzt nur 1 Kern vorhanden, dieser durch Einschnürungen in Lappen zerlegt, oder es fanden sich 2 und mehr Kerne von ähnlicher gelappter Form (Tafel VII Fig. 11 u. 12). Ferner kommen chromatisch-faserig differenzierte Kerne vor. Im Farbenbild betrachtet, sah man Fadenschlingen, die wurmförmige, weit durch das Ei sich hinziehende Figuren erzeugten; dazu kamen bei Anwendung eines engeren Diaphragmas achromatische Fasern, welche ganz wirr angeordnet sein konnten. Ab und zu war aber die Anordnung eine regelmäßige, dann entstanden fächerförmige Figuren.

3. Versuch. Vornahme der Chloralbehandlung 5 Minuten nach der Befruchtung.

Von den um 11 Uhr befruchteten Eiern war eine Portion 5 Minuten nach der Besamung einer 10 Minuten dauernden Chloralbehandlung unterworfen worden. Die Strahlung um den Spermakern hatte sich noch nicht ausgebildet und trat auch in der Folgezeit nicht auf. Vorübergehend nahm das Protoplasma ein fleckiges Aussehen an, als ob die Eier absterben wollten, doch ver-

schwand dasselbe wieder. Die Eier wurden in folgenden Zwischenräumen abgetödtet:

1. Portion um 11 Uhr 35 Min.
2. Portion um 12 Uhr
3. Portion um 2 Uhr 5 Min.
4. Portion um 4 Uhr 25 Min.

Zur Charakteristik der ersten beiden Portionen bedarf es nur weniger Worte. Strahlung war auch nach der Reagentienbehandlung nicht nachweisbar; die Vereinigung beider Kerne hatte sich nur in äußerst wenigen Fällen vollzogen, zu denen die in Figur 15 (Tafel VII) abgebildeten Kerne gehören. Der erstere, aus Portion 1 entstammend, läßt noch die Substanz des Spermakerns als eine granulierte, matt rötliche Masse durch einen hellen Hof von der Substanz des Eikerns getrennt erkennen, welch letztere ein farbloses Reticulum bildet. Bei der 2. Figur, welche der 2. Portion angehört, sind beiderlei Substanzen zu einem feinkörnigen Haufen zusammengeflossen, welcher jedoch das Lumen der Kernblase nicht erfüllt und nach der einen Seite eine helle Randpartie frei läßt.

Bei den Eiern, wo die Befruchtung noch durch die Chloralbehandlung hatte verhindert werden können, war der Spermakern ein gekörnelter, in zackige Fortsätze ausgezogener Körper, der Eikern ein prall gefülltes oder schwach kollabiertes, häufig nur undeutlich konturiertes Bläschen mit retikulärer Anordnung der Kernsubstanz. Sehr häufig war der homogene rundliche Körper, der wie ein farbloser kleiner Nucleolus neben dem Reticulum liegt, trotz aller Aufmerksamkeit nicht zu sehen. Die Abstände zwischen beiden Kernen waren meist ziemlich bedeutend, Doppelbefruchtungen waren selten aufzufinden.

Eine Fülle von Bildern lieferte die dritte Portion. Obwohl dieselbe über zwei Stunden nach der zweiten Portion abgetötet war, ließ sich der Zusammenhang mit derselben ohne Schwierigkeit herstellen, was zum Teil dadurch bedingt ist, daß einige Eier in dieser Zeit sich sehr langsam entwickelt haben, während andere ein schnelleres Tempo eingehalten haben.

Über die Beobachtung der Eier im lebenden Zustand haben wir in unserem Tagebuch bemerkt, daß sie häufig merkwürdige dendritische Figuren, deren Enden mit Strahlung versehen waren, zeigten; daß manche in ihrer Grundanordnung an die Hantelfigur erinnerten, daß einige Eier sich unregelmäßig einzuschnüren begannen.

Die Schilderung der Kernveränderungen ist im wesentlichen

dadurch erleichtert, daß sie in vielen Stücken denen gleichen, welche wir von der ersten Serie beschrieben haben, nur ist zweierlei hervorzuheben: daß zu den dort besprochenen noch eine Reihe weiterer Formen hinzukommt, und daß im allgemeinen der Spermakern in seinen Veränderungen noch mehr hinter dem Eikern zurückbleibt.

Eikerne mit farblosem Reticulum und mit Kernmembran sind nirgends mehr vorhanden, wohl aber begegnet man noch hie und da den undeutlich konturierten Körnerhaufen, in denen intensiv rot gefärbte Schlingen und Stäbchen liegen. Wiederholt haben wir sehr typisch entwickelte Fächerkerne gesehen (Tafel VII, Fig. 16, 17, 18, 19). In Figur 17 divergieren die achromatischen Fächerspangen so sehr, daß ihre Enden eine gekrümmte Fläche bilden, welche weit größer ist als eine Halbkugel; diese Figur war zum Studium besonders geeignet, namentlich um zu zeigen, daß dem Ende einer jeden achromatischen Spange ein intensiv rot gefärbtes Korn oder Stäbchen ansitzt. Figur 18 ist dadurch von Interesse, daß sie uns die beginnende Umbildung des Fächers zeigt, indem an einer umschriebenen Stelle der Kernoberfläche einige achromatische Fäden sich erheben, welche nach der entgegengesetzten Seite convergieren. So wird ein Teil des Fächers zu einer Spindel ergänzt. Die Umbildung der Fächerform ist noch weiter gediehen in Figur 20, in welcher alle achromatischen Fäden sich über die chromatischen Teile hinaus verlängert und gruppenweise untereinander convergierend im Ganzen drei Spindeln erzeugt haben. Endlich kommen wir zu Fig. 21, welche die Fächerform gar nicht mehr erkennen läßt, welche aus vier in einem Zentrum vereinten Spindeln besteht, auf deren Fasern unregelmäßig verteilte chromatische Stäbchen sitzen. Ob nun hieraus durch Konzentration der achromatischen und chromatischen Teile der in Figur 22 abgebildete Kern entsteht, wagen wir mit Sicherheit nicht zu entscheiden, er könnte ja auch mit Umgehung der Fächerform direkt aus einer faserigen Umbildung des Eikerns entstanden sein, etwa aus einem Kern, wie wir ihn in Figur 16 kennen gelernt haben.

So wären wir zu einem vierpoligen Eikern gelangt, welcher weiterhin durch Verteilung des Chromatins an die Pole in die uns schon bekannte Rosettenform übergeführt wird. Verschiedene Stadien dieser Umlagerung sind in den Figuren 23—25 Tafel VII dargestellt; in Figur 23 ist noch kein Pol durch Anhäufung von Chromatin ausgezeichnet, in Fig. 24 sind zwei, in Fig. 25 vier mit Chromatin versehene Pole; überall fehlt aber noch die regelmäßige rosettenförmige Grup-

pierung der Stäbchen, welche erst in den Figuren 26—31 erreicht wird. Unter diesen wiederum zeichnet sich ganz besonders Figur 30 durch die äußerst klare und regelmäßige Anordnung der chromatischen und achromatischen Teile aus. Wenn wir dieselbe analysieren, so haben wir zwei gekreuzte Spindeln, von denen die eine tiefer gelegen ist als die andere. Die Enden beider sind wiederum durch achromatische Fäden verbunden, welche einen schwach gebogenen Verlauf einhalten und bei der Lage der Spindeln in verschiedenem Niveau entweder auf- oder absteigen. Mit diesem aufsteigenden Verlauf hängt es zusammen, daß man die Chromatinrosetten nicht, wie man bei der Lage der Spindeln erwarten sollte, ganz seitlich, sondern nur in halber Profilstellung erblickt.

Die übrigen Figuren sind nicht so klar wie die geschilderte. Wenn die Pole z. B. nicht zwei und zwei einander scharf gegenübergestellt sind, gewinnen die Verbindungsfasern benachbarter Pole das Übergewicht über die gekreuzten Fasern (Fig. 26, 27). Oder ein Pol ist schwach ausgebildet (Fig. 31), so daß dann ein Übergang zu den früher geschilderten dreieckigen Figuren angebahnt wird. Umgekehrt kann es aber auch vorkommen, daß die Übersichtlichkeit der Anordnung durch Ausbildung einer größeren Anzahl von Polen gestört wird. Figur 32 zeigt fünf, Figur 33 sogar sechs Pole.

Vielfach hat auch die Deutlichkeit des Pseudotetrasters dadurch gelitten, daß die ersten Veränderungen an ihm sich vollzogen haben, welche zur Teilung führen. Die Stäbchen sehen dann wie verquollen aus oder sind sogar zu einem runden Körperchen zusammengeflossen. Zugleich ist ihre Imbibitionsfähigkeit geringer geworden, so daß dann die Ecken des Tetrasters nur als undeutlich rote Flecke erkannt werden können (Fig. 29).

Die Veränderungen, welche inzwischen der Spermakern erfahren hat, haben nicht mit den Veränderungen des Eikerns gleichen Schritt gehalten. Vielfach ist noch der aus dem Spermatozoenkopf hervorgegangene homogene, rundliche Körper von Chromatin zu sehen und im Umkreis desselben nur die erste Vorbereitung zu faseriger Differenzierung (wir verweisen auf die analogen Bilder der vorigen Serie, Tafel VII Fig. 1). Undeutliche Streifung markiert rings um ihn herum ein viereckiges Feld, nach dessen einem Ende ein achromatischer Fortsatz vom Chromatinkörper ausgeht. Weiterhin begegnet man Figuren, wo die faserige Differenzierung schon entwickelt ist, der Chromatinkörper aber noch homogen ist,

endlich solchen, wo auch der letztere sich verändert und in einen Körnerhaufen umgebildet hat. So kommen wir zu der typischen Ordenssternfigur des Spermakerns. Bei derselben ist uns aber aufgefallen, daß von den früher beschriebenen Schenkeln meist einer schwach entwickelt ist oder sogar ganz fehlt, so daß ein Dreistrahler an Stelle eines Vierstrahlers resultiert. Die Erscheinung ist um so auffälliger, als der Eikern stets vier Pole, ab und zu sogar mehr als vier Pole besitzt.

Wie sehr nun der Spermakern in seinen Metamorphosen hinter dem Eikern zurückgeblieben ist, geht vor allem daraus hervor, daß wir nirgends bei ihm das Rosettenstadium vollkommen ausgebildet fanden. Höchstens waren, wie z. B. in der Figur 32 (Tafel VII), die Anfänge zur Umlagerung des Chromatins festzustellen, indem die zentrale Chromatinmasse sich in Stäbchen gesondert und entsprechend den Kernecken, in Fortsätze ausgezogen hatte, oder indem einzelne Stäbchen mehr oder minder weit nach den Ecken vorgerückt waren.

Was wir bisher kennen gelernt haben, bietet im wesentlichen nichts Neues im Vergleich zu den Verhältnissen, welche wir bei der ersten Serie geschildert haben. Neu aber ist bei dem uns beschäftigenden Stadium, daß hie und da, wenn auch in seltenen Fällen, die beiden faserig differenzierten Kerne in Beziehung zu einander getreten sind, um, wenn benachbarte Lagerung es ermöglichte, eine einheitliche Figur zu erzeugen. Diese Vereinigung ist in drei verschiedenen Abstufungen in den Figuren 28 und 29 der Tafel VII und Figur 4 der Tafel VIII abgebildet. In der letzteren Figur liegen beide Kerne noch auseinander, aber vom Eikern geht ein undeutliches Streifensystem aus, welches mit dem Spermakern in Verbindung steht. In Figur 28 und 29 stoßen der dreipolige Spermakern und der vierpolige Eikern in einem Pole zusammen. Figur 6 der Tafel VIII zeigt uns endlich eine Vereinigung beider Kerne zur Bildung einer einheitlichen Figur. Wir sehen einen großen Kern mit 6 Ecken vor uns, jede Ecke, durch die Chromatinrosette ausgezeichnet, sendet zu benachbarten Ecken achromatische Fasern und ist zugleich Ausgangspunkt einer schwachen Protoplasmastrahlung. Die Größe des Kerns und die Abwesenheit eines besonderen Spermakerns stellt die Deutung außer Zweifel, daß hier ein kombinierter Kern vorliegt, welcher wahrscheinlich dadurch entstanden ist, daß beide Kerne mit ein oder zwei Ecken sich vereinigt und eine einheitliche Anordnung der achromatischen Fäden gewonnen haben.

Strahlungsfiguren sind übrigens nicht nur bei konjugierten Kernen vorhanden, sondern schon viel früher. Da sie schwach ausgeprägt sind und somit leicht übersehen werden können, läßt sich über ihre Verbreitung nichts Sicheres aussagen. Ganz besonders ist uns aufgefallen, daß, wie bei der ersten Serie, die Strahlungszentren häufig in einiger Entfernung vom Kern liegen. Namentlich haben wir wiederholt gesehen, daß symmetrisch zum Spermakern zwei Protoplasmastrahlungen vorhanden sind. Indessen lehren die Figuren 29 und 30, daß auch die Kernecken mit Strahlung ausgerüstet sein können, die dann deutlicher beim Spermakern als beim Eikern ist.

Schon im Vorstehenden haben wir einen Fall kennen gelernt, bei dem es zu einer Vereinigung von Eikern und Spermakern gekommen ist. Wahrscheinlich waren hier beide Kerne, ein jeder für sich, metamorphosiert worden, ehe sie sich zusammengelegt hatten. Wie wir von der Beschreibung des früheren Stadiums wissen, kann aber schon viel früher die Kernvereinigung erfolgt sein. Dann entwickeln sich Bilder, wie sie in Figur 34 dargestellt sind, ein vieleckiger Kern in faseriger Umbildung mit chromatischen Fäden und mit mehreren Ecken, die in konische Erhebungen ausgezogen sind.

Seltener als die Eier mit faserigen Kernen sind Exemplare, bei denen die Entwicklung weiter vorgeschritten und die Kernteilung und sogar schon die Kernrekonstruktion eingetreten sind. Teilung kommt sowohl bei kopulierten, als auch bei getrennt gebliebenen Kernen vor. Im letzteren Falle entstehen Bilder, wie sie auf Tafel VIII, Fig. 1—3 dargestellt sind, von denen die ersteren beiden der Erläuterung nicht bedürfen. In Figur 3 haben wir rekonstruierte Kerne vor uns, welche nun von neuem anfangen, die Teilung vorzubereiten, indem beiderlei Kernsubstanzen sich gesondert haben und die achromatische Substanz wirr angeordnete Fäden, die chromatische S- und U-förmige Schleifen und Schlingen gebildet hat.

Die analogen Veränderungen, nur mit dem Unterschied, daß ein konjugierter Kern vorliegt, erläutern auf derselben Tafel die Figuren 5, 7 und 8. In Figur 5 ist ein mit 8 Polen ausgerüsteter Kern in 8 Gruppen von Kernbläschen zerfallen, welche aber noch in ganz auffälliger Weise durch unregelmäßig faserige Streifen zu einer einheitlichen Figur vereinigt werden. Figur 8 stellt einen rekonstruierten Kern dar, bei welchem sich die ersten Anfänge der Sonderung in chromatische und achromatische Teile bemerkbar machen. In Figur 7 ordnen sich schon die achromatischen Fäden

nach unbestimmt ausgesprochenen Polen, wodurch auch die Lagerung der chromatischen Stäbchen bestimmt wird.

Schon während der geschilderten Vorgänge hatten Kontraktionen des Protoplasma zu unbedeutenden Gestaltveränderungen der Eizelle geführt; von 4 Uhr ab beginnen Furchungserscheinungen aufzutreten, welche im Laufe der nächsten Stunde wenigstens einen großen Teil der Eier in Teilstücke von ungleicher Größe zerlegen, die aber fast stets noch durch Plasmabrücken zusammenhängen. Obwohl wir zahlreiche Eizellen auf das genaueste studiert und sogar abgezeichnet haben — einige davon liegen den Figuren 9—11 auf Tafel VIII zu Grunde —, ist es uns nicht geglückt, einen Zusammenhang in die einzelnen Formen zu bringen, und begnügen wir uns daher, das Wichtigste, was uns im allgemeinen aufgefallen ist, hervorzuheben.

Was zunächst die Teilung anlangt, so haben wir schon bemerkt, daß sie eine unvollkommene und äußerst ungleichmäßige ist. Einmal schwankt die Zahl der Teilstücke von 2 bis 10 — dazu kommen noch gänzlich ungeteilte Eier —, außerdem sind aber auch die Teilstücke variabel; in einem 7-geteilten Ei z. B. sind 5 kleine und 1 mittelgroßes Stück neben einem die Hälfte des Eies repräsentierenden großen Teilstück vorhanden.

Zwischen der Zahl der Kerne und der Zahl der protoplasmatischen Teilstücke herrscht keine Proportionalität. Eier ohne jede Einfurchung der Oberfläche können 4 Kerne enthalten, während bei Eiern, welche in Zweiteilung begriffen sind, der Kern nur als ungeteilte lappige Masse auf der Grenze der Teilstücke liegt. Damit hängt es zusammen, daß Teile des Eies sich ohne Kern abschnüren können; wir beobachteten einmal sogar ein vollkommen losgelöstes Stück ohne das geringste Quantum von Kernsubstanz. Ein solches Stück würde im weiteren Verlauf sicherlich nicht lebensfähig geblieben, sondern zerfallen sein, woraus sich wohl das Auftreten des krümeligen Inhalts bei den früher besprochenen Stereoblastulae erklärt.

Überall hat uns die ganz unverhältnismäßige Massenzunahme der Kernsubstanz, speziell der chromatischen überrascht, selbst bei Eiern, wo nur 1 Kern vorhanden war. Es scheint, daß bei der durch Chloral bedingten Herabminderung der Geschwindigkeit in allen Entwicklungsprozessen die Fähigkeit der Kernsubstanz, durch Assimilation sich zu vergrößern, gar nicht oder doch nur wenig alteriert worden ist, so daß vielleicht die gleiche Menge Kernsubstanz in ungeteilten Eiern vorhanden ist, wie sie den normal

entwickelten Eiern zukommt, welche sich in einem entsprechenden Zeitabschnitt schon auf einem vorgerückten Morulastadium befinden.

Wenn wir auf die Figuren der Kerne achten, so sind gut ausgebildete Spindeln äußerst selten; wo sie vorkommen, sind sie meist ganz auffällig groß, vielfach größer als die in Fig. 9 Taf. VIII abgebildete, und außerordentlich reich an dicht aneinander gefügten Spindelfasern und dementsprechend auch reich an Chromatinstäbchen, welche eine ansehnliche Kernplatte erzeugen und nicht selten den Charakter von Schlingen annehmen. Gegen das Protoplasma sind die Spindeln scharf abgesetzt, was vielleicht darin seinen Grund hat, daß die Strahlung im Protoplasma sehr schwach ist. Die Spindeln sind entweder einzeln oder zu Komplexen vereint, indem 3 oder mehr mit ihren Enden zusammenhängen und ab und zu ganz unentwirrbare Massen erzeugen.

Um so häufiger sind Halbspindeln oder, wie wir sie früher genannt haben, fächerförmige Kerne. An ihnen fällt die Massenzunahme der Kernsubstanzen ganz besonders auf; man vergleiche nur in dieser Hinsicht die Fig. 9 und 10 auf Taf. VIII und Fig. 14 auf Taf. VII. Die achromatischen Fasern sind so massenhaft, daß sie eine von einem Punkt ausstrahlende Schraffierung veranlassen; diese endet an einem dicken Polster chromatischer Kernsubstanz. Sieht man zufällig auf das Ende der Halbspindel herab, so löst sich das Polster in eine Menge wurmförmig gekrümmter Chromatinstäbchen von nahezu gleicher Länge auf (Fig. 9).

Auch Kerne mit polständigen Chromatinrosetten kommen vor. Das in Fig. 11 (Taf. VIII) dargestellte Ei zeigt 4 Kerne, an denen die rosettenförmige Anordnung in der Entwicklung begriffen ist. Das Ei ist auch insofern von Interesse, als es Plasmastrahlungen, unabhängig von Kernenden, wie wir sie wiederholt beschrieben haben, enthält. Wir sind versucht, in diesem Falle die 4 Kerne aus Teilung der unverschmolzenen Geschlechtskerne abzuleiten.

Ebenfalls nicht selten sind wurmförmige Kerne, d. h. Kerne, welche abgerundete, höckerige, längliche Körper bilden, welche sich sogar etwas verästeln können. Die Substanz ist hier faserig differenziert in achromatische Fäden von wirrer Anordnung, in welche hie und da Haufen chromatischer Schlingen eingebettet sind.

Es ist selbstverständlich, daß dazwischen auch Eier mit ruhenden bläschenförmigen Kernen vorkommen; sehr häufig sind fast sämmtliche Kerne eines Eies bläschenförmig und nur durch Größe von einander unterschieden. Endlich ist es auch selbstverständlich, daß Übergangsformen zwischen faserigen und bläschen-

förmigen Kernen wahrgenommen werden; das sind dann Kerne, in deren farblosem Reticulum chromatische Körner und Fäden auftreten.

III. Behandlung der Eier mit Chloral 15 Minuten nach der Besamung.

Die letzte Portion Eier wurde der Einwirkung des Chlorals ausgesetzt, nachdem sie schon eine Viertelstunde vorher besamt worden waren. Die Einwirkungsdauer wurde zufällig etwas mehr ausgedehnt als gewöhnlich und erstreckte sich fast auf eine Viertelstunde.

Als die Chloralbehandlung begann, war natürlich die Spermastrahlung schon stark entwickelt und hielt auch noch 15 Minuten lang an, dann aber bildete sie sich allmählich zurück und war nur noch in Resten zu erkennen, als das erste Quantum zur Untersuchung um 11 Uhr 35 Minuten, also 35 Minuten nach der Besamung abgetötet wurde. Bei der Untersuchung ergab sich folgendes Resultat: Fast überall war die Vereinigung von Ei und Spermakern vollzogen, doch so, daß die Substanzen beider noch deutlich unterschieden werden konnten. Der Eikern bildete ein ganz farbloses Bläschen, auf dessen einer Seite die matt rosa gefärbte, schwach granulierte Substanz des Spermakerns eingelagert war. Sie hatte offenbar durch Flüssigkeitsaufnahme schon an Volumen beträchtlich zugenommen und erschien wie eine halbmondförmige Verdickung der Wandung des Kerns eingebettet, so daß dieser an einen Siegelring erinnerte. Das Reticulum des Eikerns selbst war bei einigen Eiern auf eine beschränkte Stelle zusammengedrängt und durch einen hellen Zwischenraum von der Spermamasse getrennt; das homogene Körperchen (Nucleolus) war noch erhalten. An dem Ende, wo der Spermakern dem Eikern eingelagert war, fand sich eine Anhäufung homogenen Protoplasmas und um dieselbe herum waren die Protoplasmakörnchen unregelmäßig streifig angeordnet (Tafel VIII, Fig. 13 u. 14). So entstanden zwei Strahlenbüschel, welche links und rechts mit ihren Spitzen an die Kernoberfläche stoßen, da wo die Substanz des Eikerns und die des Spermakerns aneinander grenzen. Ab und zu war die Vereinigung beider Kerne schon seit längerer Zeit vollzogen und dann war auch die homogene Protoplasmaansammlung geschwunden; in Folge dessen war die ganze Seite des Furchungskerns, in welcher der Spermakern eingebettet lag, gleichmäßig von einer deutlichen Strahlung umgeben. Die Anhäufung homogenen Protoplasmas er-

klärt sich aus der Betrachtung der äußerst seltenen Fälle, in denen die Kopulation der beiden Kerne sich noch nicht vollzogen hatte (Tafel VIII, Fig. 12). Der Spermakern lag dann als eine granulierte, matt rosa gefärbte Kugel nahe dem Eikern inmitten einer Straße homogenen Protoplasmas, die an diesen heranführte. Auch hier waren die Protoplasmakörnchen in Reihen gestellt, welche links und rechts von der homogenen Straße deutlich nach dem Eikern zu konvergierende Büschel erzeugten.

Denselben gleichförmigen Charakter ergaben Eier, welche ½ Stunde später abgetötet worden waren. Die Kopulation der Kerne war weiter vorgeschritten, so daß man keinen Unterschied zwischen der Substanz des Eikerns und des Spermakerns mehr machen konnte. Fast ausnahmslos enthielt das Ei ein rings scharf umschriebenes Kernbläschen, dessen feste Bestandteile fast ganz konzentriert waren auf eine rundliche granulierte, in Karmin sich nicht mehr färbende Masse, welche das Innere des Bläschens etwa zur Hälfte erfüllte und neben der sich das homogene Korn noch diskret erhalten hatte. Seltener sind mehrere granulierte Anhäufungen in einer Kernblase zu sehen. Im Protoplasma sind keine Reste von strahliger Anordnung erhalten.

Als Ausnahmen haben wir auch hier wieder einige Eier zu verzeichnen, bei denen Eikern und Spermakern sich getrennt erhalten hatten. Man kann sich von denselben eine Vorstellung bilden, wenn man sich die Figur 12 auf Tafel VIII der Protoplasmastrahlung entkleidet denkt.

Im Gegensatz zu dem bisher Beschriebenen bietet die folgende Eiportion, welche um 2 Uhr 30 Min. (nach 3½ Stunden) abgetötet worden war, eine Fülle von Bildern, zwischen denen aber unzweifelhaft ein genetischer Zusammenhang herrscht. Sehr häufig sind Eier, bei denen ein einziger rosettenförmiger Kern besteht; derselbe ist im Prinzip ebenso gebaut, wie die rosettenförmigen Ei- und Spermakerne, welche wir auf den vorigen beiden Stadien schon kennen gelernt haben; nur ist der Kern größer, die Zahl seiner Ecken bedeutender. Gewöhnlich sind 8 Ecken vorhanden, welche untereinander durch achromatische Fäden verbunden und von einem Kranz chromatischer Stäbchen umgeben sind. Die Zahl der Stäbchen innerhalb eines Kranzes ist in diesen Fällen ziemlich gleich für alle Ecken (Taf. VIII, Fig. 19 u. 21). Wo nun aber Kerne mit 5, 6 oder 7 Ecken gegeben sind, sind 2 oder auch nur 1 insofern stärker ausgebildet, als dann eine besonders große Zahl von gefärbten Stäbchen die betreffende Ecke umlagert (Fig. 22).

Ziehen wir diese Verhältnisse in Betracht und berücksichtigen wir ferner, daß Ei- und Spermakern gewöhnlich 4-eckige Rosettenkerne entwickeln, wenn sie an der Vereinigung verhindert werden, so werden wir zur Annahme geführt, daß in allen diesen Fällen zwar eine Vereinigung der Geschlechtskerne stattgefunden hat, aber mit mehr oder minder vollständiger Durchdringung der Substanzen. Wenn 7 Kernecken vorhanden sind, enthält wahrscheinlich nur die eine, stärker entwickelte Ecke männliche und weibliche Chromatinteile. Demgemäß müßten wir für die 6-eckigen Figuren eine etwas fortgeschrittene, für die 8-eckigen eine weniger innige Vereinigung der Kernsubstanzen annehmen. Im letzteren Falle würde der Zusammenhang von Ei- und Spermakern nur durch die achromatischen Bestandteile des Kerns vermittelt werden. Da für die Befruchtung das Verhalten der Kerne allein von Bedeutung ist, so könnte man hier von einer unvollkommenen — oder um einen trefflich gewählten Ausdruck Pflüger's zu benutzen — von einer fraktionierten Befruchtung sprechen.

In welcher Weise sich um diese Zeit das Protoplasma durch Strahlung beteiligt, haben wir nicht mit genügender Sicherheit ermitteln können. Im lebenden Zustand zeigten die Eier die früher besprochenen dendritischen Figuren, über die wir in unseren Notizen aufgezeichnet haben, daß sie in ihrer Grundanordnung an die Hantel erinnern; am eingelegten Material haben wir wiederholt sehr deutlich 3 Strahlungen erkennen können; die am stärksten entwickelte Strahlung war um eines der Kernenden orientiert, die schwächeren lagen auf der anderen Seite und in einiger Entfernung vom Kern, entweder getrennt voneinander (Taf. VIII Fig. 16 u. 18) oder durch eine schmale Brücke untereinander verbunden. Es scheint aber auch vorzukommen, daß alle Kernecken von schwacher Strahlung umgeben sind, (Taf. VII Fig. 22).

Wir haben nun nach Kernen gesucht, welche das Rosettenstadium vorbereiten, und haben dabei allerdings einige derartige, wenn auch seltene Formen vorgefunden und 2 davon in den Figuren 16 und 20 (Taf. VIII) abgebildet. Die Figur 20 stellt nur einen Teil des Kernes dar, weil bei Abbildung der übrigen Partieen die Zeichnung wirr und unverständlich geworden wäre. Man sieht das Chromatin zwischen 3 Kernpolen zu einer Art Mittelplatte zusammengedrängt, welche in 3 Schenkel ausgezogen ist. In Figur 16 dagegen ist die Verlagerung der Chromatinstäbchen nach den Kernpolen schon im Gange. Letztere Zeichnung ist auch aus einem weiteren Grunde von Interesse, insofern nämlich an dem

kombinierten Kern man ziemlich deutlich noch 2 Teile unterscheiden kann, von denen der eine unzweifelhaft dem Sperma-, der andere dem Eikern entspricht. Beide haben einen gemeinsamen Pol, weshalb der gesammte Kern 7-eckig ist.

An die rosettenförmigen Kerne schließen sich mehrere auf Kernteilung hinweisende Figuren an. Die Kontur des Kerns ist noch in ganz undeutlichen Umrissen erhalten, auch sind noch die letzten Reste von faserigen Streifen zu sehen, welche nach den — meist 8 — Kernecken hinstreben; diese selbst sind daran zu erkennen, daß entweder undeutliche rothe Flecke oder 2, 3 und mehr Kernbläschen hier liegen. (Taf. VIII Fig. 25 und 27). Wie aus der Spindel 2 Gruppen von Kernbläschen entstehen, so hat sich hier deren eine ganze Anzahl entwickelt.

Am häufigsten aber sind Eier, bei denen unzweifelhaft eine Rekonstruktion des geteilten Furchungskerns im Gange ist. In einer polygonalen Kerngruppe sind einige Ecken noch von Gruppen kleiner Kernbläschen eingenommen, während in anderen ein einheitlicher oder nur schwach gelappter Kern liegt (Taf. VIII Fig. 26); oder die polygonale Figur ist verwischt, man findet an einem Punkt des Eies mehrere (4, 5 oder 6) granulierte Kerne, zum Teil bis zur Verschmelzung genähert (Taf. IX Fig. 4 u. 5), oder es ist nur ein einziger granulierter Kern vorhanden, dessen Oberfläche aber gelappt ist (Fig. 6 u. 7), so daß man eine Zusammensetzung aus 4, 5 oder 6 Stücken erkennen kann.

Gewöhnlich sind derartige Kerne so fein granuliert, daß man ihre Konturen vom umgebenden Protoplasma kaum unterscheiden kann; allein sie können auch mehr den Charakter von Bläschen besitzen, in welchen die Kernsubstanz ein lockeres Netzwerk bildet (Taf. VIII Fig. 8); das Netz selbst ist meist farblos, enthält aber chromatische Körnchen. Die Sonderung in achromatische und chromatische Teile ist weiter gediehen in Figur 9, wo letztere schon den Charakter von Schlingen annehmen. Hier schließen sich endlich die Kernfiguren 10 und 11 an; der Kern ist nicht mehr scharf konturiert; seine Form ist oval oder langgestreckt; sein Inhalt unregelmäßig gefasert, und in demselben sind hie und da Gruppen chromatischer Schlingen eingebettet.

Was wir bis jetzt kennen gelernt haben, sind Ausbildungsstufen von Eiern, bei denen eine Kopulation der Kerne sich vollzogen hatte. Nun waren aber einige wenige Eier auf früheren Stadien nachgewiesen worden, wo beide Kerne, wenn auch nahe bei einander liegend, so doch immerhin getrennt geblieben waren. Von

solchen Eiern leiten sich die wenigen Exemplare ab, bei denen Ei- und Spermakern getrennt in die Rosettenform übergeführt worden sind, wie es Figur 17 auf Tafel VIII erkennen läßt.

Ungefähr 4 und 5 Stunden nach der Besamung (3 Uhr 13 M. u. 4 Uhr 30 M.) wurden die letzten Eier abgetötet; sie waren meist in Knospenfurchung begriffen und enthielten meist 2 oder mehr Kerne. Diese hatten fast nirgends Spindelform angenommen, entweder waren sie bläschenförmig (Fig. 23 Tafel VIII) oder sie waren langgestreckt mit faserig differenziertem Inhalt und chromatischen Schlingen. Fächerförmige Kerne waren ebenfalls selten.

Behandlung besamter Eier mit einer 0.05 % Chininlösung.

Wir haben nur einen einzigen Versuch gemacht, indem wir Eier, welche um 11 Uhr besamt worden waren, 1 Minute später mit einer 0.05 % Chininlösung 10 Minuten lang behandelten. Das eingelegte Material ist leider verloren gegangen und müssen wir uns hier auf die kurzen Notizen beschränken, welche wir bei Beobachtung der lebenden Eier gemacht haben. Danach ist während der ersten Stunde keine Strahlung zu sehen und bildet sich der Spermakern ohne zu kopulieren in ein Bläschen um. Dann aber scheint Befruchtung einzutreten; denn um 1 Uhr waren die meisten Eier auf dem normalen Hantelstadium angelangt, viele 2-, einige sogar 4-geteilt. Nach weiteren $3\frac{1}{2}$ Stunden (4 Uhr 30) waren alle Eier geteilt, einige in 4, die meisten in 8 Teilstücke. Die Entwicklung war nur insofern unregelmäßig, als die Teilstücke von ungleicher Größe waren.

Über das Verhalten der Spermatozoen in unreifen oder unvollkommen reifen Eiern.

Bei unseren vielfältigen Versuchen ist es sehr häufig vorgekommen, daß hie und da im Material Eier enthalten waren, welche noch ihr Keimbläschen besaßen oder in der Eireife begriffen waren, und so war es auch der Fall bei den Eiern, welche erst besamt und dann der Chloralwirkung ausgesetzt worden waren. Dabei hat sich denn herausgestellt, daß die Spermatozoen sich ganz verschieden verhalten, ob sie vor der Chloralbehandlung in ein reifes oder unreifes Ei eingedrungen sind.

Überall wo das Ei noch nicht vollkommen gereift ist, tritt

Polyspermie ein. Eier, welche noch das Keimbläschen besitzen, sind manchmal vollgepfropft von Spermatozoen, deren Zahl bis zu 30 betragen kann, welche dann nesterweise zusammenlagen. Man erkennt von ihnen nur die Köpfe, welche in ihrer 3-eckigen, nach einer Seite zugespitzten Gestalt an Pfeilspitzen erinnern. So findet man sie noch nach Stunden gänzlich unverändert vor, nicht einmal üben sie auf das umgebende Protoplasma einen eine Strahlung erregenden Reiz aus.

Ein einziges Mal und zwar unter den Eiern, welche $\frac{1}{4}$ Stunde nach der Besamung mit Chloral behandelt worden waren, sind wir einem Ei begegnet, welches im Begriff stand, den ersten Richtungskörper zu bilden (Taf. IX Fig. 2). Seit der Chloralbehandlung waren 4 Stunden verflossen; infolgedessen war Strahlung schon wieder vorhanden, wenn auch nicht stark ausgeprägt und zwar an 2 Enden einer homogenen 3-eckigen Figur, in welcher wir die durch Chloral modifizierte Richtungsspindel erblicken; das Chromatin der Spindel war in Form kleiner Stäbchen an verschiedenen Stellen abgelagert. Zahlreiche Spermatozoen, 3-eckige rot gefärbte Körperchen, — in der Figur sind sie nur zum Teil dargestellt — durchsetzten das Innere und bildeten kleine Gruppen, indem sie mit Vorliebe das spitze Ende nach einem gemeinsamen Zentrum richteten. Obwohl sie selbst trotz ihres langen Aufenthalts im Ei unverändert waren, hatten sie doch Einfluß auf das Protoplasma schon gewonnen, welches geringe Spuren von Strahlung an den spitzen Enden der Spermakerne erkennen ließ.

Ein Stoffaustausch zwischen Eiprotoplasma und Spermakernen wird erst bemerkbar, wenn der erste Richtungskörper gebildet worden ist; wir haben 4 solcher Eier aufgefunden und eines davon, welches etwa 4 Stunden zuvor der Chloralbehandlung unterworfen worden war, in Figur 1 Tafel IX abgebildet. Der Richtungskörper liegt in einer Vertiefung der Eioberfläche, darunter ein bläschenförmiger Kern, welcher sich unter dem Einfluß der Chloralbehandlung offenbar aus dem Rest der Richtungsspindel entwickelt hatte. Da in ihm noch die Bestandteile für den Kern des zweiten Richtungskörpers enthalten sind, ist er größer als der Eikern; auch das homogene Korn (achromatischer Nucleolus) ist etwa doppelt so groß als das entsprechende Korn des reifen Eies. Ungefähr 20 Spermakerne sind außerdem vorhanden; sie haben aber — ähnlich, wie es bei den Eiern von Asteracanthion und Nephelis geschieht — sich zu Bläschen mit farblosem Reticulum und wenigen chromatischen Körnchen umgewandelt. Dagegen ist eine faserige Umbildung

nicht eingetreten, obwohl die Zeit, welche seit dem Eintritt der Befruchtung verflossen ist, hierfür lange ausgereicht hätte.

Daß das Eindringen zahlreicher Spermatozoen an und für sich kein Grund ist, eine faserige Differenzierung der Spermakerne zu verhüten, würde schon aus den früher mitgeteilten Untersuchungen hervorgehen, es wird aber außerdem noch durch das Ei bewiesen, welches möglichst naturgetreu in Figur 3 Tafel IX abgebildet ist. In ihm sind 6 an Tetraster erinnernde Figuren zu sehen, von denen wir bisher nur wissen, daß sie aus Umwandlung von nicht konjugierten Ei- oder Spermakernen sich entwickeln. Da im Ei nur 1 Eikern vorhanden ist, müssen die übrigen Körper aus Spermakernen hervorgegangen sein; an einem Pole sind mehrere größere und kleinere Höcker zu sehen, wie sie bei mechanischen Verletzungen des Eies zu entstehen pflegen, und so deuten wir die Verhältnisse in folgender Weise; es liegt ein reifes Ei vor uns, welches aber infolge von mechanischen Insulten verletzt und demgemäß von mehreren Spermatozoen befruchtet worden ist. Die Chloralbehandlung verhinderte die Kopulation der Kerne und veranlaßte, daß Ei- und Spermakerne den selbständigen Entwicklungsgang einschlugen, den wir oben kennen gelernt haben. Es würde sich verlohnen, die Richtigkeit dieser Deutung zu erproben, indem man künstlich die hier vorausgesetzten zufällig entstandenen Verhältnisse erzeugte, was ja keinerlei Schwierigkeiten bereiten würde.

II. Abschnitt.

Beeinflussung der Eier durch chemische Agentien nach Ablauf der Befruchtung während der Vorbereitungsstadien zur Furchung.

Als wir durch die oben mitgeteilten Versuche ermittelt hatten, dass man durch verschiedene chemische Gifte die Geschlechtsprodukte, ohne sie abzutöten, schädigen und dadurch zu anormaler Entwicklung veranlassen kann, warfen wir die Frage auf, ob der durch die Befruchtung angeregte Teilungsprozeß in ähnlicher Weise abgeändert und in seinem Wesen modifiziert werden könne. Nach dieser Richtung konnten wir indessen wegen der fehlenden Muße nur mit 6 Stoffen, mit Nikotin, Strychnin und Morphium, mit Chinium sulfuricum, Chloralhydrat und mit Cocain

Experimente anstellen, die zu einem verschiedenen Ergebniß führten.

1. Beeinflussung der in der Vorbereitung zur Teilung begriffenen Eier durch Nikotin.

Während Nikotin das unbefruchtete Ei auch in stärkster Verdünnung schädigt, wurde bei Anwendung derselben Lösungen auf befruchtete Eier keine Störung hervorgerufen, wie folgende zwei Versuche lehren.

1. Versuch. Am Dienstag den 7 April 2 Uhr 15 Minuten wurden Eier befruchtet, um 4 Uhr 15 Minuten begannen sie sich zu teilen. Eine Partie derselben war um 3 Uhr 10 Minuten bis 3 Uhr 20 Minuten in die Nikotinlösung (1:100) gebracht und dann wieder mit frischem Meerwasser ausgewaschen worden. An den Eiern war keine Veränderung bemerkbar. Die Protoplasmastrahlungen um den Kern erhielten sich in derselben Deutlichkeit wie früher. Es trat gleichfalls um 4 Uhr 15 Minuten die erste Teilung ein und um 5 Uhr 30 Minuten schloß sich daran die Vierteilung.

2. Versuch. Am 15. April wurden Eier um 9 Uhr befruchtet. Nach ein und einer halben Stunde befanden sie sich auf dem Hantelstadium und wurden jetzt während 45 Minuten in die Nikotinlösung gebracht. Um 12 Uhr 45 Minuten erfolgte überall normale Teilung. Am andern Tage hatten sich normale, auf der Oberfläche des Wassers schwimmende Blastulae entwickelt.

Aus beiden Versuchen geht hervor, daß durch die vorübergehende Anwendung von Nikotin der Teilungsmodus als solcher nicht umgeändert werden kann, dagegen wird er, wie wenigstens der 2. Versuch andeutet, bei längerer Einwirkung verlangsamt. Vielleicht hängt diese geringe Reaction befruchteter Eier damit zusammen, daß das Nikotin durch die nach der Befruchtung gebildete Eihülle schwerer eindringt.

2. Beeinflussung der in Vorbereitung zur Teilung begriffenen Eier durch Strychnin.

Wie das Nikotin so hat auch Strychnin auf die in Teilung begriffenen Eier einen äußerst geringen Einfluß. Wir wandten eine 0,01 % Lösung 10 Minuten auf Eier an, welche eine Stunde vorher befruchtet worden waren. Um 12 Uhr (3 Stunden nach der Befruchtung) untersucht, waren fast alle zweigeteilt, wenige waren viergeteilt. Auch die weitere Entwicklung war zunächst noch im

großen und ganzen eine normale; am folgenden Tage wurde das Blastulastadium, am dritten das Gastrulastadium durchlaufen. Nur bei wenigen Eiern fand sich in der Furchungshöhle die auf eine gestörte Entwicklung hindeutende Körnchenanhäufung vor. Am 3. Tag war zwar das Kalkskelet schon angelegt, die Form des Pluteus aber noch nicht erreicht, das erste Anzeichen einer etwas intensiver gestörten Entwicklung. Weitere Versuche haben wir nicht angestellt.

3. Beeinflussung der in Vorbereitung zur Teilung begriffenen Eier durch Morphium.

Da Morphium die Spermatozoen fast gar nicht und die unbefruchteten Eier nur bei sehr energischer Behandlung verändert, so war auch von den Experimenten mit befruchteten Eiern wenig zu erwarten. In der That hat sich auch eine große Indifferenz herausgestellt, wie aus folgenden 2 Versuchen hervorgeht.

1. Versuchsreihe. Eine größere Quantität Eier wurde am 5. April früh 10 Uhr 30 Minuten befruchtet und in 3 Partien geteilt, die erste verblieb als Kontrollpartie im Meerwasser, die zweite Partie übertrugen wir um 1 Uhr 30 Minuten, als die Teilung in 4 Stücke begann, auf 1 Stunde in eine 0,6 % Morphiumlösung und wuschen dann tüchtig mit frischem Meerwasser aus, die dritte Partie ließen wir sich in 0,1 % Morphiumlösung entwickeln.

Bei beiden mit Morphium behandelten Partien verlief die Furchung normal, nur im Verhältnis zu dem im Wasser befindlichen Teil der Eier verlangsamt; auch fiel es auf, daß die Zellen größer waren und daß die zwischen Dotterhaut und Embryo befindliche Flüssigkeit eine bräunliche Färbung annahm. Ganz abnorm waren dagegen am folgenden Tage in beiden mit Morphium behandelten Portionen die Blastulae. Die sonst kuglige Gestalt war linsenförmig abgeplattet; die Furchungshöhle war ganz minimal; die normalerweise kubischen und äußerst zahlreichen Blastodermzellen waren spärlicher und zu langen pyramidenförmigen Körpern ausgezogen, deren breite Basen die Oberfläche der Blastula bilden halfen, während die abgestutzten verjüngten Enden die Furchungshöhle begrenzten.

Während die im Meerwasser sich entwickelnden Eier noch am 6. April Abends die Gastrulaeinstülpung bildeten und Tags darauf schon das Pluteusstadium erreichten, schwammen die mit Morphium behandelten Blastulae zwar lebhaft herum, rückten aber in der Entwicklung nur langsam vor. Das am 7. April ange-

legte Gastrulasäckchen blieb lange Zeit klein, die Gallertbildung war verlangsamt; in der Gallerte lagen spärliche rundliche Körper. Die Eier, welche in der 0,1 % Morphiumlösung verblieben waren, starben in diesem Zustande allmählich ab, das gleiche Schicksal teilten Eier, welche nach 48 stündiger Behandlung am 7. April aus der 0,1 % Morphiumlösung in Meerwasser übertragen worden waren. Nur die aus der 0,6 % Morphiumlösung stammenden Larven lebten noch nach 6 Tagen am 11. April; obwohl das Gastrulasäckchen sich allmählich vergrößert hatte, waren sie doch nicht fähig gewesen die Pluteusform auszubilden.

2. Versuchsreihe. Eier, welche am 15. April früh 9 Uhr befruchtet wurden, dienten ebenfalls zu einem Doppelversuch; ein Teil wurde um 10 Uhr 30 Minuten lang mit 0,5 % Morphiumlösung behandelt, bei einem andern Teil wurde die Konzentration auf 0,4 % herabgesetzt, die Einwirkungsdauer auf 1 Stunde verlängert.

Die Teilung trat erst um 12 Uhr, also etwas verlangsamt ein, war aber im großen und ganzen normal, direkte Vierteilungen und unvollständige Teilungen waren selten. In analoger Weise verlief die spätere Entwicklung; das Pluteus- und Gastrulastadium traten etwas später als normal ein, waren aber regulär ausgebildet, nur daß die Gallertausscheidung auffallend gering war. Letzteres gab bei dem 1 Stunde lang mit Morphium behandelten Material den Plutei ein geschrumpftes Ansehen.

4. Beeinflussung der in Vorbereitung zur Teilung begriffenen Eier durch Chinium sulfuricum.

Da wir bei Anwendung einer 0,05 % Chininlösung überraschende und interessante Erscheinungen entdeckten, so beschränkten wir uns nicht auf die Beobachtung während des Lebens, sondern nahmen nachträglich noch an conserviertem Material Untersuchungen vor, die uns genaue Einblicke in die eigentümlichen Kernveränderungen im Innern der Eier gewährten. Wir teilen hierüber zwei Untersuchungsreihen mit, von welchen sich die erste allein auf lebendes Material bezieht.

1. Versuch. Um 8 Uhr 35 Minuten befruchtete Eier befanden sich um 9 Uhr 40 Minuten im Vorbereitungsstadium zur Teilung.

Das Eimaterial wurde nun in 5 Portionen geteilt. Eine derselben wurde in reinem Meerwasser belassen und begann sich um 10 Uhr 35 Minuten, also 2 Stunden nach der Befruchtung zu

teilen; die 4 anderen Portionen wurden in verschiedener Weise der Einwirkung einer 0,05 % Chininlösung unterworfen.

Portion a. Die Eier wurden um 9 Uhr 40 Minuten 10 Minuten lang in die Chininlösung übertragen und dann in reines Meerwasser zurück versetzt. Bei sofort vorgenommener mikroskopischer Untersuchung war jetzt die Eistruktur im wesentlichen verändert. In den Raum zwischen Dotter und Eihaut war etwas von dem Farbstoff, welcher den Eiern ihr gelbrötliches Aussehen verleiht, ausgetreten. Die um den Kern ursprünglich vorhandene und scharf ausgeprägte strahlige Anordnung des Protoplasma hatte sich rückgebildet. Um 11 Uhr begannen sich indessen die Eier wieder zu erholen. Das strahlige Gefüge des Protoplasma um den Kern bildete sich von neuem aus. An vielen Objekten zeigte sich das Hantelstadium. Um 11 Uhr 5 Minuten, also eine halbe Stunde später als bei dem unbehandelt gebliebenen Eimaterial konnten schon vereinzelte in normaler Weise ablaufende Zweiteilungen beobachtet werden.

Bei anderen Eiern war die Störung eine intensivere. Anstatt sich in 2 Zellen zu teilen, schnürten sie sich, wie namentlich um 11 Uhr 45 Minuten häufig zu sehen war, in vier unregelmäßige Stücke ein, die gewöhnlich noch eine Zeitlang durch dickere Stiele in Zusammenhang blieben.

Portion b. Die Eier der zweiten Portion wurden von 9 Uhr 40 Minuten bis 10 Uhr der Chininwirkung ausgesetzt und wieder in reines Wasser übertragen. Nachdem die Strahlenbildung durch das Reagens aufgehoben war, kehrte sie erst nach 70 Minuten an den beiden Polen des ovalen Kerns wieder. Hier und da entstanden statt des gewöhnlichen Amphiasters deutliche Tetrasterbildungen. Um 11 Uhr 20 Minuten kam es zur Teilung, wobei die Eier teils in 2, teils in 4 Stücke zerfielen, die häufig noch längere Zeit in Zusammenhang blieben.

Portion c. Bei einer dritten Portion wurde die Einwirkung des Chinin auf eine halbe Stunde ausgedehnt (von 9 Uhr 40 Minuten bis 10 Uhr 10 Minuten). Es hatte dies zur Folge, daß die Strahlung im Protoplasma auf noch längere Zeit unterdrückt wurde. Denn sie begann jetzt erst um 11 Uhr 30 Minuten wieder hervorzutreten. Es entstanden vereinzelte Amphiaster und zahlreichere Tetraster. Noch weiter war das Teilungsstadium hinausgerückt. Denn erst um 12 Uhr 30 Minuten waren einzelne Eier zweigeteilt. Die größere Anzahl dagegen schnürte sich in 4 Stücke ein. Der weitere Entwicklungsgang wurde immer mehr unregelmäßig, indem

die Teilprodukte sehr ungleiche Größe erhielten. Der häufigste Fall war der, daß sich neben 4 großen noch 4 kleinere Zellen vorfanden. Im Übrigen war durch die Chininbehandlung das Eimaterial dauernd geschädigt worden; die sich entwickelnden Blastulae waren monströs und es wurde am zweiten und dritten Tage die Zahl der absterbenden und zerfallenden Eier immer größer.

Portion d. Eine vierte Partie Eier wurde in die Chininlösung erst übertragen, als der Amphiaster schon vollständig ausgebildet war (also kurze Zeit vorher, ehe die Teilung hätte erfolgen müssen), und nur 5 Minuten in ihr belassen (von 10 Uhr 30 Minuten bis 10 Uhr 35 Minuten). Nur wenige der schon am weitesten vorgeschrittenen Eier teilten sich oder schnürten sich wenigstens zur Hälfte ein. Bei dem größten Teil bildete sich die Strahlung zurück. Um 3 Uhr war auch an diesen Eiern ein nachträglicher Zerfall in einzelne ungleich große Stücke eingetreten, von denen zuweilen eines 4 bis 6 Strahlungen enthalten konnte.

2. Versuch. Die Eier wurden um 9 Uhr befruchtet und, als sie sich auf dem Hantelstadium befanden, um 10 Uhr 30 Minuten auf 20 Minuten in eine Chininlösung von 0,05 % gebracht. Um 12 Uhr waren in den meisten Eiern sehr deutlich vielstrahlige Figuren zu beobachten. Ein Teil des Materials wurde hierauf zum Zweck genauerer Untersuchung in Pikrinessigsäure eingelegt.

Eine Stunde später begann hier und da der Teilungsprozeß. Einige Eier schnürten sich in 4 Stücke ein. Andere waren auf ihrer Oberfläche mit zahlreichen Knospen bedeckt. Abermals wurde ein Teil des Materials konserviert.

Um 3 Uhr waren fast alle Eier in unregelmäßige Haufen kleiner Zellen zerfallen. Hier und da zeigte ein Ei auch nur mehrere Einschnürungen auf seiner Oberfläche.

An dem in zwei Intervallen eingelegten Material ließ sich nachträglich über die am Kern vor sich gehenden Veränderungen noch folgendes feststellen.

Die Kernspindeln, welche bei Zusatz der Chininlösung sich in Vorbereitung zur Teilung befanden, hatten sich vollständig zurückgebildet und an ihrer Stelle waren eine Stunde später ganz abweichende Kernfiguren entstanden. Wir beschreiben hier einige derselben, wie sie sich im Entwicklungsgang wohl aneinander anreihen müssen, denn die um 12 Uhr eingelegten Objekte befanden sich nicht auf dem gleichen Entwicklungsstadium.

An manchen Objekten beobachteten wir im Dotter einen Hau-

fen verschieden großer Kernbläschen, in welchen das Chromatin in einem Netzwerk angeordnet war (Taf. V, Fig. 6). Von Strahlung war nichts zu sehen. Die Kernbläschen werden sich aus den Chromatinkörnern der Spindel in ähnlicher Weise hervorgebildet haben, wie es bei Entstehung der Tochterkerne geschieht, wo auch erst jederseits von der Teilungsebene nach eben vollendeter Furchung je ein Haufen zusammengedrängter Kernvacuolen erscheint. Daraus entwickelt sich dann, so schließen wir aus unserer Untersuchung des konservierten Materials weiter, ein ziemlich großer blasenförmiger Kern mit einem Netzwerk achromatischer Fäden, denen chromatische Substanz angelagert war (Taf. V, Fig. 2). An vier Stellen seiner Oberfläche waren gewöhnlich 4 Strahlungen, entweder nur schwach angedeutet oder stark entwickelt. An diesen Stellen war in der Regel die Kernoberfläche in kleine Höcker ausgezogen und undeutlich begrenzt. Darauf verwandelte sich der vierstrahlige Kern in einen Haufen von Spindeln, welche zwischen den 4 Strahlungen in einer etwas verschiedenen Weise angeordnet sind (Tafel V, Fig. 4). Die Umwandlung geschieht in der Art, daß die Umrandung des Kerns verschwindet und die Chromatinfädchen frei zwischen die Strahlungen zu liegen kommen. Dann werden zwischen den Strahlungen Spindelfasern auf der Oberfläche des Haufens von Chromatinfädchen sichtbar. Auf einem noch weiter vorgerückten Stadium verteilen sich die Chromatinteile in typischer Weise auf die einzelnen Spindeln und stellen so im Äquator derselben je eine Kernplatte dar; hierdurch kommen folgende, voneinander etwas abweichende und zuweilen sehr regelmäßige Kernfiguren zu stande.

Der häufigste Befund ist, daß die vier Strahlungen etwas weiter auseinander gerückt und durch fünf typische Spindeln verbunden sind (Taf. V, Fig. 3). Vier derselben umgrenzen zusammen einen Rhombus, in dessen Ecken sich die vier Strahlungen befinden und je 2 Spindelspitzen zusammenstoßen. Die fünfte Spindel verbindet 2 entgegengesetzte Ecken des Rhombus, liegt also innerhalb desselben. Hierbei sind auch die Kernplatten zu einer charakteristischen, (durch beistehende Zeichnung wieder gegebenen) Figur verbunden, welche besonders im Farbenbild deutlich erkannt wird. Je zwei Kernplatten zweier in der Begrenzung des Vierecks gelegenen Spindeln stoßen unter einem stumpfen Winkel zusammen, dessen Spitze nach der Mitte der Figur gerichtet ist. Die Spitzen der zwei nach entgegengesetzten Richtungen geöffneten Winkel werden durch die fünfte Kernplatte verbunden.

Abweichungen von dieser gewöhnlichen Form kommen nicht selten vor und bestehen darin, daß eine Strahlung von den drei übrigen etwas weiter entfernt liegt (Taf. V, Fig. 1). Dann sind die drei Strahlungen durch drei Spindeln zu einem Triaster vereinigt. Im Mittelpunkt des so gebildeten gleichschenkeligen Dreiecks stoßen die 3 Kernplatten zusammen, wieder eine regelmäßige Figur erzeugend. Die vierte abseits liegende Strahlung hängt durch eine einzige Spindel mit einer Strahlung des Triasters zusammen.

Als ein Übergang zwischen den beiden soeben beschriebenen Befunden läßt sich wohl Tafel V, Fig. 5 betrachten. Hier geht von der mehr isoliert gelegenen Strahlung *x* noch eine zweite, aber schwach und unvollständig ausgebildete Spindel, deren Kernplatte nur aus sehr wenigen und kleinen Chromatinkörnchen besteht, nach einer zweiten Strahlung des Triasters.

Daran schließen sich die Stadien, die zur Teilung führen. Die Kernplatten der 4 oder 5 Spindeln weichen auseinander und wandern nach den in den Strahlungen gelegenen 4 Attraktionszentren. Hier tauchen in regelmäßigen Abständen von einander vier Kerne auf (Taf. IV, Fig. 21), die durch die Verschmelzung von 2 respektive 3 Kernplatten hervorgegangen sind und zuweilen noch durch einen körnchenfreien Dotterstreifen verbunden sind. Später rücken die Kerne mehr auseinander nach der Oberfläche des Dotters und veranlassen in manchen Fällen den Dotter, sich in unregelmäßiger Weise einzuschnüren, so daß ebenso viel Höcker als Kerne gebildet werden. Zu einer vollständigen Teilung in 4 Stücke kommt es in der Regel nicht.

Hervorzuheben ist auch noch, daß infolge der Chinineinwirkung sich im Dotter größere und kleinere glänzende Kugeln, die vielleicht aus Fett bestehen, ausgeschieden und namentlich im Zentrum, sowie in Streifen zwischen den Kernen angesammelt haben (Taf. IV, Fig. 21).

Die 4 Kerne schicken sich bald darauf wieder zur Teilung an, indem an zwei entgegengesetzten Polen Strahlen entstehen. Jeder Kern gestaltet sich zu einer typischen Spindel um, welche häufig parallel zur Oberfläche des Eies in der Dotterrinde eingelagert ist. (Taf. IV, Fig. 22). Dabei vertiefen sich die schon früher erwähnten Einschnürungen langsam und jede Spindel kommt in einen Höcker oder eine Knospe zu liegen (Fig. 22). Entweder wird die Trennung jetzt schon eine ziemlich vollständige oder es treten die 4 Spindeln, indem ihre Kernplatten in 2 Hälften auseinanderweichen

(Taf. IV, Fig. 24) in Teilung ein, ehe die Furchen weit in das Dotterinnere gedrungen sind. Dies hat zur Folge, daß sich die 4 ersten Höcker, noch ehe sie von einander getrennt sind, abermals einzuschnüren beginnen, ein Modus der Zellenvermehrung, für welchen wir den Namen Knospenfurchung eingeführt haben.

5. Beeinflussung der in Vorbereitung zur Teilung begriffenen Eier durch Chloral.

In einer im ganzen ähnlichen Weise wie Chinium sulfuricum wirkt Chloral auf den Entwicklungsgang befruchteter Eier störend ein, wie wir sowohl an frischem als auch an konserviertem Material haben feststellen können. Wir geben zunächst auch hier wieder das Protokoll aus unserem Tagebuch von 3 Versuchen, von denen der letzte das Material zur Konservierung geliefert hat.

1. Versuchsreihe. Am Donnerstag den 2. April wurden Eier um 9 Uhr 20 Minuten befruchtet, um 10 Uhr 30 Minuten standen sie auf dem Hantelstadium, um 11 Uhr teilten sie sich. Sie wurden, als sie auf dem Hantelstadium angelangt waren, in 4 Partien geteilt und verschieden lange Zeit mit einer 0,5 % Lösung von Chloralhydrat behandelt.

Portion a. Nach viertelstündiger Behandlung mit Chloral (10 Uhr 30 Minuten bis 10 Uhr 45 Minuten) wurden die Eier in frisches Meerwasser zurückversetzt. Die Hantelfigur war nur noch als eine körnchenfreie Stelle im Dotter angedeutet, da die Strahlung fast ganz geschwunden war.

Portion b. Die Chloralwirkung währte eine halbe Stunde und veranlaßte dieselben Veränderungen wie oben. In beiden Partien begannen sich die Eier um 2½ Uhr in unregelmäßiger Weise zu zerklüften, wobei ähnliche Bilder entstanden, wie sie bei der Überfruchtung als Knospenfurchung beschrieben wurden. Auf der Oberfläche des Dotters entwickelten sich größere und kleinere Knospen, die längere Zeit miteinander verbunden blieben und sich durch weitere Einschnürungen vermehrten und schließlich in größere und kleinere Teilkugeln zerfielen. Die Kernteilung eilte den Veränderungen im Protoplasma voraus. Denn in den größeren Stücken konnten wir um 3 Uhr 15 Minuten zuweilen 4—6 schwach ausgeprägte Strahlungen wahrnehmen. Um 5 Uhr ist der Furchungsprozeß so weit fortgeschritten, daß der Dotter trotz des gestörten Entwicklungsganges in lauter kleine ziemlich regelmäßige Furchungskugeln zerfallen ist, von welchen die kleineren sich mehr im Zentrum der Morula anhäufen.

Am folgenden Tag war ein kleinerer Teil des Eiquantums abgestorben und zerfallen. Der größere Teil hatte sich in Blastulae umgebildet, deren Inneres mit Körnern und Kugeln anstatt mit Gallerte ausgefüllt war. Zwischen ihnen schwammen einige ganz kleine Flimmerkugeln oder unregelmäßige Fragmente von solchen herum, die in der Weise entstanden waren, daß aus den Blastulae die im Inneren enthaltene abnorme Körnermasse durch einen Riß der Zellenhaut ausgeflossen war. Am dritten Tage hatten sich die pathologischen Blastulae noch etwas weiter entwickelt. An einer Stelle hatte sich die Zellenmembran verdickt und Pigmentkörnchen aufgenommen. Hier und da begann sich diese Stelle in's Innere einzusenken, mit welchem Prozeß die Einleitung zur Gastrulation gegeben war.

Portion c. Eine einstündige Behandlung der Eier mit Chloral (10 Uhr 30 Minuten bis 11 Uhr 30 Minuten) rief ähnliche Erscheinungen wie oben, nur in einem noch höherem Grade hervor. Es bildeten sich unregelmäßigere Knospen und in größerer Anzahl. Die Eier waren stärker geschädigt, was sich auch darin zeigte, daß das Protoplasma bei der Teilung fast gar keine Strahlung erkennen ließ und daß am folgenden Tage fast alle Eier zerfallen waren. Die noch überlebenden Larven waren arg verstümmelt. Unter ihnen sah man einzelne flimmernde Zellmembranen, die etwas zusammen gekrümmt waren. Sie sind wohl in der Weise entstanden, daß einzelne Blastulae geplatzt sind und den in ihrem Inneren eingeschlossenen körnigen Detritus nach außen entleert haben. Der letztere stellt wohl den Teil des Protoplasma der Eizelle dar, welcher infolge der Chloralbehandlung geschädigt und abgestorben ist, und welcher während der Knospenfurchung vom lebenden Protoplasma eliminiert und im Zentrum der Blastula angesammelt wurde.

Portion d. Die Chloralbehandlung wurde $5\frac{1}{2}$ Stunden (von 10 Uhr 30 Minuten bis 4 Uhr) fortgesetzt. Die Eier hatten jetzt ihre Entwicklungsfähigkeit eingebüßt, auch waren sie in ihrer inneren Struktur verändert, indem sie grobkörnig geworden waren.

2. Versuch. Die Eier wurden um 2 Uhr 15 Minuten befruchtet und um 3 Uhr 10 Minuten bis 3 Uhr 20 Minuten in 0,5 % Chloral gebracht. Die Strahlung erlosch allmählich. Der Kern war um 4 Uhr noch sichtbar, eine Viertelstunde später war er undeutlicher geworden und um 5 Uhr 20 als besonderes Gebilde im frischen Zustande verschwunden. Um 8 Uhr

zerfielen die Eier durch Knospenfurchung in zahlreiche Stücke. Am anderen Tage waren unregelmäßige Larvenformen entstanden, manche waren nur Haufen von epithelartig zusammengeordneten flimmernden Zellen. Dem Haufen lagen innerhalb der Eihülle noch größere und kleinere aus dem Verbande der übrigen ausgeschiedene Zellen locker an. An den folgenden Tagen starben viele Larven ab; einige indessen ließen sich eine Woche lang am Leben erhalten und flimmerten in Massen als Blastulae herum, die im Inneren einen Gallertkern entwickelt hatten und hier und da mit braunen Pigmentflecken bedeckt waren.

3. Versuch. Die Eier wurden um 12 Uhr befruchtet und von 1 Uhr 7 Minuten bis 1 Uhr 17 Minuten in Chloral gebracht. Das Material wurde zur Untersuchung konserviert und auf 3 verschiedenen Stadien um 2 Uhr, um 3 Uhr und 4 Uhr in Pikrinessigsäure eingelegt.

Um 2 Uhr ist in den Eiern die Strahlung verschwunden; nach Färbung mit Boraxkarmin sieht man im Dotter eine helle, körnchenfreie Stelle, in welcher sich der in seiner normalen Entwicklung gehemmte Kern zu einem Haufen chromatischer Körnchen zurückgebildet hat (Taf. V, Fig. 9). Aus demselben ist nach einer Stunde eine größere Anzahl dicht zusammengedrängter Kernvacuolen hervorgegangen (Taf. V, Fig. 7a und b). Ab und zu können dieselben auch im Dotter auf 2 oder 3 Stellen zerstreut sein. Hiermit ist der Beginn einer neuen Entwicklungsrichtung in der Eizelle eingeleitet. An dem Haufen der Kernvacuolen, welche in den meisten Fällen zu einem mit Höckern bedeckten Bläschen zusammengeflossen sind, treten 4 Strahlungen auf (Taf. V, Fig. 8) wie bei den mit Chinin behandelten Eiern, nur mit dem Unterschiede, daß die Strahlungen nie eine größere Ausdehnung erreichen, sondern stets auf die nächste Umgebung des Kerns beschränkt bleiben. Zwischen den Strahlungen verschwindet alsdann die blasenartige Beschaffenheit des Kerns und es kommt jetzt die chromatische Substanz frei in den Dotter zu liegen (Taf. V, Fig. 10). Hier ordnet sie sich zu fünf, je in der Mitte zwischen zwei Strahlungen gelegenen Kernplatten an, welche zu der charakteristischen Figur, die wir schon für die mit Chinin behandelten Eier beschrieben haben, vereinigt sind (Taf. V, Fig. 11). Doch sind die Kernfiguren an diesen Praeparaten viel kleiner und undeutlicher, daher wir auch die Spindelfasern zwischen den 4 Strahlungen nicht klar unterscheiden konnten. Aus dem Tetraster bilden sich später vier Kerne hervor.

Zu dieser Zeit kann man auf der Oberfläche des Dotters durch Einschnürungen 4 Höcker entsprechend den vier Kernen entstehen sehen. Noch ehe indessen die Höcker sich als Knospen abschnüren, treten die 4 Kerne bereits in ein neues Teilungsstadium ein, indem sie sich in Kernspindeln umwandeln. Im allgemeinen läßt sich die Regel feststellen, daß allen Kernveränderungen die Zerklüftung des Protoplasma nur langsam nachfolgt. Die vier Spindeln können sich schon zu 8 Kernen zerteilt haben und diese abermals in Spindelbildung übergegangen sein, ohne daß sich der Zusammenhang zwischen den vier zuerst entstandenen Protoplasmahöckern gelöst hat (Taf. IV, Fig. 25). Nur ist die Einschnürung zwischen ihnen größer geworden und sie selbst haben sich mittlerweile mit secundären und tertiären Einschnürungen bedeckt, in welche die an Zahl vermehrten Spindeln oder Kerne eingebettet sind. So zeigt zum Beispiel das in Fig. 25 dargestellte Ei zahlreiche noch verbundene größere und kleinere Knospen, in welchen 8 Spindeln gezählt werden konnten.

6. Beeinflussung der in Vorbereitung zur Teilung begriffenen Eier durch Cocain.

Durch die mit Chinin und Chloralhydrat erhaltenen Resultate veranlaßt, nahmen wir auch eine Prüfung mit Cocain vor. Am 15. April wurden Eier um 9 Uhr befruchtet und, als sie sich um 10 Uhr 30 Minuten auf dem Hantelstadium befanden, für 20 Minuten in eine 0,05 % Lösung von Cocain gebracht. Das Ergebniß war ein ähnliches wie das durch Chinin und Chloralhydrat erhaltene. Denn gegen 12 Uhr begannen sich viele Eier zu vierteilen. Es sind also auch hier durch die Cocainwirkung die 2 Attraktionszentren des Amphiasters in 4 Zentren zerlegt worden. Aus den 4 Teilstücken waren um 3 Uhr kleine Zellenhaufen hervorgegangen. Auch an den folgenden Tagen schritt die Entwicklung weiter vor und führte allmählich zur Bildung etwas anormal beschaffener Blastulae und Gastrulae. Dabei starben in den Zuchtgläsern immer viele Larven ab. Auch war der ganze Entwicklungsprozeß im Vergleich zu Eiern, die nicht mit Reagentien behandelt worden sind, außerordentlich verlangsamt.

Zweites Kapitel.

Beeinflussung der Geschlechtsprodukte durch thermische Veränderungen.

Da das Protoplasma durch Abkühlung und Erwärmung, wie namentlich das Studium der Protoplasmaströmung an geeigneten Objekten gelehrt hat, in seinen Lebensäußerungen in sehr auffälliger Weise beeinflußt wird, so lag es nahe bei den von uns vorgenommenen Untersuchungsreihen auch zu prüfen, ob der Befruchtungsvorgang durch thermische Einflüsse modifiziert werden könne. In Anbetracht der karg zugemessenen Zeit experimentierten wir nur nach einer Richtung, indem wir von einer Herabsetzung der Temperatur durch Kältemischungen Abstand nahmen. Den Einfluß einer erhöhten Temperatur auf die Eier prüften wir dagegen in einer zweifachen Weise, erstens indem wir bei konstanter Temperatur die Dauer der Einwirkung variierten, zweitens indem wir bei gleicher Dauer der Einwirkung verschiedene Temperaturgrade benutzten.

In ersterem Fall wurde ein größeres Eiquantum in ein mit Meerwasser gefülltes Reagensröhrchen gebracht und in Wasser getaucht, das auf 31 Grad Celsius erwärmt war und gleichmäßig auf dieser Temperatur erhalten wurde. Nach 10, 15, 30, 45, 60 Minuten etc. wurde ein Teil der im Reagensröhrchen erwärmten Eier mit einer Glasröhre herausgenommen und im Uhrschälchen befruchtet. Die eintretenden Veränderungen wurden teils am lebenden Objekt, teils an todtem Material untersucht, welches zum Zweck genaueren Studiums konserviert worden war.

Im anderen Falle experimentierten wir in der Weise, daß wir in Wasser von 44° Celsius Wärme Eier in einem Reagensröhrchen während 5 Minuten erwärmten und dann befruchteten. Mit anderen Portionen von Eiern verfuhren wir genau ebenso, nachdem sich das Wasser auf 42, 41, 40 etc. bis zu 30° Celsius abgekühlt hatte.

Erste Versuchsreihe.

Eier in Wasser von 31° Celsius während verschieden langer Zeit erwärmt.

a. Eier 10 Minuten auf 31° Celsius erwärmt.

Wenn die Eier nur während 10 Minuten einer Erwärmung von 31° Celsius ausgesetzt wurden, so schien zunächst der Be-

fruchtungsvorgang in normaler Weise zu verlaufen. Die Dotterhaut wurde überall rasch und scharf abgehoben. Man sah nur einen kleinen Befruchtungshügel gebildet werden. Indessen lehrte der weitere Verlauf, sowie die Untersuchung mit Reagentien, daß schon durch die kurze Erwärmung nicht unerhebliche Veränderungen gesetzt worden waren. Ein Teil der Eier wurde eine Viertelstunde nach Vornahme der Befruchtung abgetötet, eine zweite Portion $1^1/_4$ Stunde darauf. In ein drittes Gläschen wurden Eier gesammelt, die später in verschiedenen Zeitintervallen in Pikrinessigsäure gebracht worden waren.

Bei Reagentienbehandlung überzeugt man sich nach Färbung mit Boraxkarmin auf das unzweideutigste, dass für gewöhnlich eine Befruchtung durch ein Spermatozoon und nur ausnahmsweise eine solche durch deren zwei stattgefunden hat. Aber der normale Weiterverlauf ist gleichsam gehemmt, ohne daß das Ei selbst abgestorben wäre. Während normalerweise eine Viertelstunde nach der Befruchtung schon die Kopulation der beiden geschlechtlich differenzierten Kerne im Zentrum des Eies vor sich geht, findet man sie jetzt meist noch in weiter Entfernung voneinander. Der Spermakern liegt ganz oberflächlich in der Dotterrinde, von einer nur schwach angedeuteten Strahlung umgeben, die Lage des Eikerns scheint sich nicht verändert zu haben und ist, wie im unbefruchteten Ei, bald eine zentrale, bald eine periphere.

Der lähmungsartige Zustand, in welchen wir die Eizellen versetzt sehen, ist von längerer Dauer. Selbst $1^1/_4$ Stunde nach geschehener Befruchtung ist in weitaus den meisten Fällen noch keine Kopulation der Kerne erfolgt. In der Regel bietet sich folgender Befund dar. Der Eikern ist jetzt mehr nach der Mitte des Eies gerückt. Um ihn ist eine körnchenfreie, häufig oval gestaltete Stelle im Dotter entstanden (Taf. IV, Fig. 6); neben ihm oder in einiger Entfernung von ihm, doch fast stets im Bereich des körnchenfreien Protoplasma befindet sich der Spermakern, welcher gegen früher um ein mehrfaches an Größe zugenommen hat, aber auch dementsprechend sich weniger intensiv mit Karmin färbt. Häufig hat sich um ihn ein kleiner, scharf konturierter mit Flüssigkeit erfüllter Raum gebildet.

Wenn Ei- und Spermakern aneinander gerückt sind, treten in ersterem (Taf. IV, Fig. 8) chromatische Körnchen, die für gewöhnlich nicht deutlich gemacht werden können, in streifenartiger Anordnung hervor, während der größte Teil des Kerngerüstes achromatisch ist.

Die in einer Vacuole (Taf. IV, Fig. 8) eingeschlossene Substanz des Spermakerns läßt eine körnige und fadenartige Beschaffenheit erkennen und scheint auch aus chromatischen und achromatischen Teilen zusammengesetzt zu sein.

Dies führt zum Verständnis einiger Eier, bei welchen schon weiter gehende Veränderungen an den Kernen eingetreten sind. In ihnen ist der Eikern als kugliger Körper verschwunden, an seiner Statt wird ein Streifen chromatischer, hufeisenförmig gekrümmter Fäden und in ihrer unmittelbaren Nähe der vergrößerte Spermakern, sowie zwischen beiden eine Dotterstrahlung wahrgenommen (Taf. IV, Fig. 9). In einem Falle (Fig. 10) war neben der ersten in einiger Entfernung noch eine zweite Strahlung zu sehen.

Daran schließt sich alsdann wohl der folgende Befund an, daß beide Kerne als solche sich verändert haben. In Fig. 13, Taf. IV sieht man neben einer gut ausgebildeten Dotterstrahlung jederseits zwei Ansammlungen chromatischer Substanz. Die eine besteht aus feinen Fäden und Schlingen und ist aus dem Eikern hervorgegangen, die andere kann wohl nur vom Spermakern abstammen, sie ist ein unregelmäßiges Klümpchen von Chromatin, das nach der Dotterstrahlung zu in mehrere Zacken ausgezogen ist.

Eine dritte Portion von Eiern, die noch später nach der Befruchtung abgetötet worden war, zeigte ein Gemisch verschiedener Zustände. In einigen Fällen waren Ei- und Spermakern immer noch vorhanden; letzterer war dabei zu einem ziemlich umfangreichen Bläschen mit einer darin gelegenen Chromatinkugel vergrößert. In anderen Fällen fanden sich an ihrer Stelle zwei Haufen von Chromatinkörnchen nahe bei einander in eine zuweilen ausgedehnte Strahlung des Dotters eingehüllt. Beide Kerne hatten also begonnen, sich in Fäden zu differenzieren, ohne daß vorher eine Verschmelzung zwischen ihnen stattgefunden hätte.

Erst $2\frac{1}{2}$ Stunde nach Vornahme der Befruchtung sahen wir bei Untersuchung des frischen Materials vereinzelte Eier im Beginn der Teilung. Dieselbe verlief selten ganz normal. Häufig lag die Teilungsspindel etwas exzentrisch. Die Teilungsstücke wurden von ungleicher Größe. Ab und zu beobachteten wir auch Eier, welche gleich in 4 Stücke zerlegt wurden.

b. Eier 20 Minuten auf 31° Celsius erwärmt.

Wenn die Erwärmung der Eier auf 25° Reaumur 20 Minuten dauerte, so wurde beim Zusatz von Samen eine noch größere Überfruchtung als im vorher dargestellten Fall hervorgerufen. Um den Grad der Überfruchtung richtig abschätzen zu können, sind wir in der Weise verfahren, daß wir an Kanadabalsampräparaten an einer Summe neben einander gelegener Eier die Anzahl der eingedrungenen Spermatozoen bei starker Vergrößerung bestimmt und daraus das Mittel gezogen haben. Das Resultat zweier Zählungen stellen wir in 2 Tabellen zusammen.

I. Tabelle.

Ei 1 mit 1 Spermakern,
„ 2 „ 1 „
„ 3 „ 3 „
„ 4 „ 2 „
„ 5 „ 3 „
„ 6 „ 3 „
„ 7 „ 1 „
„ 8 „ 2 „
„ 9 „ 1 „
„ 10 „ 1 „
„ 11 „ 2 „
„ 12 „ 1 „
„ 13 „ 2 „

13 Eier mit 23 Spermakernen.

II. Tabelle.

Ei 1 mit 3 Spermakernen.
„ 2 „ 2 „
„ 3 „ 2 „
„ 4 „ 1 „
„ 5 „ 3 „
„ 6 „ 2 „
„ 7 „ 2 „
„ 8 „ 1 „
„ 9 „ 3 „
„ 10 „ 1 „

10 Eier mit 20 Spermakernen.

Es war demnach jetzt nur der kleinere Teil der Eier einfach befruchtet worden, in dem größeren Teil waren entweder zwei oder drei Spermatozoen nachzuweisen. In ganz vereinzelten Fällen ließen sich auch 4 oder selbst 5 Spermakerne im Dotter auffinden.

In Tabelle I sind 23 Spermatozoen in 13 Eier und in Tabelle II deren 20 in 10 Eier eingedrungen. Bei gleichmäßiger Verteilung der Spermakerne würden auf jedes Ei etwa 2 kommen.

Die Eier waren zum Zweck genauerer Untersuchung in 3 Portionen abgetötet worden, eine Portion ¼ Stunde nach Befruchtung, eine zweite Portion 1¼ Stunde und eine dritte Portion noch später.

Nach einer Viertelstunde liegt der Eikern meist peripher, die eingedrungenen Spermatozoen befinden sich durchschnittlich noch

in der Dotterrinde und vom Eikern weit entfernt und haben im Protoplasma gar keine oder nur eine wenig auffällige Strahlenbildung hervorgerufen.

Nach $1\frac{1}{4}$ Stunde ist der Eikern als solcher bei einem kleineren Teil der Eier unsichtbar geworden; wo er noch vorhanden ist, findet er sich mehr im Innern des Dotters (Taf. IV, Fig. 7) und ist von einer größeren körnchenfreien Protoplasmamenge umschlossen, in deren Bereich auch die eingedrungenen Spermakerne gewöhnlich vom Eikern ein wenig entfernt liegen. Einzelne können auch noch in der Dotterrinde verweilen. An Größe haben sie um ein mehrfaches zugenommen.

An den Eiern, deren Eikern nicht mehr sichtbar ist, sind Strahlungen in der verschiedensten Weise gebildet und meist exzentrisch gelegen, wie wir an 3 Beispielen erläutern wollen. In Fig. 14, Taf. IV ist eine nierenförmige, ziemlich ausgedehnte Strahlung, in deren Mitte achromatische Fäden liegen. Außerhalb der Strahlung an entgegengesetzten Seiten derselben sind zwei Spermakerne, deren chromatische Substanz in einen Faden ausgezogen ist, von welchem sich Körnchen abzulösen scheinen. In einem anderen Präparat (Taf. IV, Fig. 16) findet sich exzentrisch im Ei ein Triaster, drei durch Spindeln verbundene Strahlungen und in der Mitte derselben ein Streifen chromatischer Körnchen. Im dritten Ei sind an 2 getrennten Stellen der Dotterrinde Kernfiguren in Entwicklung begriffen. An einer Stelle ist eine ziemlich wohl entwickelte Spindel zu sehen, an der anderen Stelle eine Doppelstrahlung mit einem Haufen Chromatinkörnchen und nahe dabei ein in körnigem Zerfall begriffener Spermakern.

Die dritte Portion der konservierten Eier bietet uns ebenfalls ein Gemisch verschiedenartiger Bilder dar. Bald ist der Eikern noch erhalten und von mehr oder weniger zahlreichen Spermakernen umgeben (Taf. IV, Fig. 12), bald ist er nicht mehr sichtbar, und unregelmäßige, kleine Haufen chromatischer Substanz finden sich an einer oder an mehreren Stellen im Dotter in einer körnchenfreien Umgebung; bald sind ein oder mehrere Strahlungen entstanden mit unregelmäßig verteilten Chromatinkörnchen. In einem Präparat waren 5 Strahlungen vorhanden mit einer zentralen in 3 Spitzen ausgezogenen Ansammlung gedrängt zusammenliegender Chromatinkörnchen.

$2\frac{1}{2}$ Stunde nach der Befruchtung beginnt hier und da die Teilung in etwas gestörter Weise. Andere Eier zeigen im Innern

verwickelte Mehrfachstrahlungen auch im lebenden Zustand und später unregelmäßige Einschnürungen der Oberfläche.

c. Eier 45 Minuten auf 31° Celsius erwärmt.

Bei Zusatz des Sperma hebt sich die Eihaut noch sofort ab, Befruchtungshügel bilden sich nicht mehr oder nur in einer wenig auffälligen Weise. Infolge der länger andauernden Erwärmung ist ein noch höherer Grad der Überfruchtung als in dem vorhergehenden Versuch erzielt worden, wie sich aus beifolgender Tabelle von Eiern ergiebt, die teils $\frac{1}{4}$, teils $\frac{1}{2}$ teils $\frac{3}{4}$ Stunde nach der Befruchtung abgetötet wurden.

Ei	1	mit	5	Spermakernen.
„	2	„	3	„
„	3	„	3	„
„	4	„	4	„
„	5	„	4	„
„	6	„	5	„
„	7	„	3	„
„	8	„	5	„
„	9	„	3	„
„	10	„	4	„
„	11	„	3	„
„	12	„	3	„
„	13	„	5	„
„	14	„	2	„
„	15	„	4	„
15	Eier	mit	56	Spermakernen.

Normal befruchtete Eier sind bei länger fortgesetzter Erwärmung nicht mehr anzutreffen, selten sind zweifach befruchtete, die meisten enthalten 3 bis 4 Spermakerne, nicht wenige auch deren fünf. In 15 Eier sind zusammen 56 Samenfäden eingedrungen. Bei gleichmäßiger Verteilung der Spermakerne würden etwa 3 bis 4 auf jedes Ei kommen. Entweder finden sie sich eine Viertelstunde nach der Befruchtung über die ganze Eioberfläche verteilt, oder sie sind dicht bei einander eingedrungen und sind dann in einen oder zwei Haufen zusammengedrängt. Zu einer stärker ausgeprägten Strahlenbildung, zu einer Furchung oder auch nur zu einer unregelmäßigen Zerklüftung kam es bei diesem Material

nicht mehr. An Eiern, die 6 Stunden nach der Befruchtung zu späterer Untersuchung abgetötet wurden, hatten sich indessen an den Kernen noch einige wahrnehmbare Veränderungen vollzogen. Der Eikern war in der größeren Anzahl der Objekte geschwunden. Im Dotter fanden sich mehrere 2, 3 bis 4 meist oberflächlich und in einer kleinen körnchenfreien Stelle zusammenliegende Chromatinflecke, die von vergrößerten Spermaköpfen abzuleiten sind, oder es kamen unregelmäßig gestaltete, zuweilen länglich ausgezogene Chromatinflecke zerstreut in der Dotterrinde vor. Am lebenden Material nahm man dementsprechend körnchenfreie Stellen in der Doterrinde wahr, die auch eine schwach angedeutete strahlige Anordnung des Protoplasma zeigten.

d. Eier 1 Stunde auf 31° Celsius erwärmt.

Das Resultat war ziemlich das gleiche, wie im vorausgehenden Fall. Beim Zählen der eingedrungenen Spermatozoen an den mit Boraxkarmin gefärbten Eiern war der Umstand störend, daß sich infolge der länger andauernden Erwärmung im Dotter eine kleine Anzahl von kugligen Körnchen gebildet hatte, welche etwa die Größe von Spermakernen besaßen und sich auch färbten. Indessen war eine Unterscheidung möglich, indem 1) die Färbung der Spermakerne, was im Farbenbild noch besser hervortritt, eine intensivere ist und 2) die Spermakerne nie so kuglig wie die in Rede stehenden Dottergebilde sind. Wir zählten

Ei	1	mit	6	Spermakernen.
„	2	„	5	„
„	3	„	1	„
„	4	„	4	„
„	5	„	4	„
„	6	„	7	„
„	7	„	4	„
„	8	„	3	„
„	9	„	5	„
„	10	„	2	„
„	11	„	2	„
„	12	„	5	„
12 Eier		mit	48	Spermakernen

Ei	1	mit	2	Spermakernen.
„	2	„	3	„
„	3	„	3	„
„	4	„	5	„
„	5	„	5	„
„	6	„	2	„
„	7	„	5	„
„	8	„	3	„
„	9	„	4	„
„	10	„	6	„
„	11	„	4	„
„	12	„	6	„
„	13	„	5	„
„	14	„	3	„
„	15	„	2	„
			58	

Forts. auf S. 220.

Transport			58	Spermakerne
Ei	16	mit	8	„
„	17	„	5	„
„	18	„	2	„
„	19	„	4	„
„	20	„	4	„
20 Eier		mit	81	Spermakernen.

Die meisten Eier enthalten jetzt 3, 4 oder 5 Spermatozoen, doch finden sich auch solche, in welche 7 oder 8 eingedrungen sind. Bei 2 Zählungen ergab sich, daß einmal in 12 Eiern 48 Spermakerne, das andere Mal in 20 Eiern 81 Spermakerne nachzuweisen waren. Im Durchschnitt kamen also hier auf jedes Ei 4 Spermatozoen. Dieselben fanden sich am häufigsten zerstreut und oberflächlich in einem kleinen hellen Hof, selten in größerer Anzahl um den exzentrisch gelegenen Eikern gruppiert in einer körnchenfreien Zone. Nach 5 und einer halben Stunde war gewöhnlich der Eikern verschwunden und es fanden sich im Dotter eine oder mehrere Strahlungen zentral oder superfiziell. In ihnen lagen 2, 3 oder 4 zu Gruppen vereinte Spermakerne (Taf. IV, Fig. 19). Einen Rest des Eikerns möchten wir in einem sich vom Dotter etwas absetzenden, sich nicht färbenden Haufen körniger Substanz sehen, der zuweilen von Spermakernen umschlossen in einer Strahlung angetroffen wurde.

In anderen Fällen waren die Spermakerne im Dotter isoliert und zerstreut.

Teilungen wurden auch an diesem Material nicht beobachtet.

e. Eier $1\frac{1}{2}$ Stunden auf 31° Celsius erwärmt.

Die Eier waren noch nicht abgestorben, aber in ihrer Lebensenergie in noch höherem Grade, als im vorausgehenden Fall geschädigt, wie sich aus dem Verlauf der Befruchtung schließen ließ. Es drangen wieder mehrere Spermatozoen und zwar am häufigsten 3 bis 4 in ein Ei ein. Es erfolgte aber keine Reaktion von Seiten des Protoplasma; um die Spermakerne bildete sich keine Strahlung, kein körnchenfreier Hof, weder am Anfang des Eindringens, noch im weiteren Verlauf. Die Spermakerne blieben in der Eirinde eingeschlossen, so daß eine Verschmelzung oder Anlagerung an den Eikern nicht eintrat; ferner vergrößerten sie sich nicht durch Imbibition mit Kernsaft. Es bieten daher Eier, die man $\frac{1}{2}$ Stunde und solche, die man 5 Stunden nach der Befruchtung abgetötet hat, einen wenig verschiedenen Anblick dar. Bei letzteren

waren nur die Spermakerne im Durchschnitt ein wenig mehr von der Eioberfläche entfernt. Bei vorgenommener Zählung fand sich:

Ei	1	mit	6	Spermakernen
„	2	„	4	„
„	3	„	3	„
„	4	„	2	„
„	5	„	2	„
„	6	„	4	„
„	7	„	4	„
„	8	„	4	„
„	9	„	3	„
„	10	„	3	„

In 10 Eiern konnten also 35 Spermakerne gezählt werden. Das Mittel ergiebt 3 bis 4 Spermakerne in einer Eizelle. Gegen die Serie d wäre eine geringe Abnahme im Grade der Überfruchtung zu konstatieren.

Zweite Versuchsreihe.

Eier, 5 Minuten in Wasser von verschieden hoher Temperatur erwärmt.

Wasser von 55° Celsius bewirkt rasche Abtötung der Eier. Wenn dieselben nur während 5 Minuten darin erwärmt werden, so bedecken sie sich schon auf ihrer ganzen Oberfläche mit hervorquellenden Eiweißtropfen und verändern total ihr Aussehen und ihr inneres Gefüge.

Von diesem Stadium ausgehend haben wir sich das Wasser allmählich abkühlen lassen und bei 14 verschiedenen Temperaturgraden Reagensröhrchen mit Eiern während 5 Minuten erwärmt. Sofort nach der Herausnahme wurde das Eiquantum im Uhrschälchen befruchtet, die jetzt eintretenden Veränderungen wurden an einer kleinen Probe, die auf einem Objektträger mit einem Deckgläschen vorsichtig bedeckt wurde, bei starker Vergrößerung verfolgt und in's Tagebuch notiert. Da diese Versuchsserie nicht in Pikrinessigsäure konserviert wurde, konnte ein genaueres Studium der inneren Vorgänge hier nicht Platz greifen. Wir beschränken uns daher darauf, die Tagebuchnotizen mitzuteilen.

Erster Versuch.

Ein Röhrchen mit Eiern wurde während 5 Minuten in Wasser von 50 Grad Celsius erwärmt. Aus dem Dotter waren jetzt

keine Eiweißtropfen mehr ausgetreten. Bei Vornahme der Befruchtung bewegten sich die Spermatozoen mit Lebhaftigkeit im Wasser, schienen aber in das Ei nicht einzudringen, da die Dotterhaut sich nicht abhob und kein Befruchtungshügel gebildet wurde.

Zweiter Versuch.

Erwärmung der Eier während 5 Minuten bei 47° Celsius. Infolge derselben hatten sich keine Eiweißtropfen gebildet. Bei Zusatz von Sperma wurde die Dotterhaut nicht abgehoben und kein Befruchtungshügel hervorgerufen. Indessen bedeckten sich noch jetzt nachträglich einige Eier mit Eiweißtropfen und wurden in ihrem inneren Gefüge verändert.

Dritter Versuch.

Erwärmung der Eier bei 45° Celsius 5 Minuten. Das Resultat dasselbe wie oben. Auch jetzt fand eine nachträgliche Verquellung bei einer kleinen Anzahl von Eiern nach Vornahme des Spermazusatzes statt.

Vierter und fünfter Versuch.

Erwärmung bei 42 resp. bei 41° Celsius 5 Minuten. Eier ohne Verquellung. Dotterhaut nicht abgehoben.

Sechster Versuch.

Erwärmung bei 39° Celsius 5 Minuten. Jetzt wurde bei einem Teil der Eier die Eihaut ein wenig abgehoben, was als Folge des Eindringens von einem oder mehreren Spermatozoen aufgefaßt werden muß. Weitere Veränderungen konnten indessen nicht wahrgenommen werden. Am anderen Tage waren die Eier in Zerfall begriffen ohne Anzeichen einer stattgefundenen Entwicklung.

Siebenter Versuch.

Erwärmung bei 37° Celsius 5 Minuten. Die Eihaut hob sich bei einigen Eiern deutlich, bei andern weniger deutlich ab. Zahlreiche Befruchtungshügel, deren zuweilen zehn gezählt werden konnten, bedeckten die Oberfläche des Dotters an verschiedenen Punkten. Sie waren breit und hoch und wurden langsam unter Veränderung ihrer Form wieder in den Dotter aufgenommen.

Achter und neunter Versuch.

Erwärmung bei 36 resp. 55° Celsius 5 Minuten. Die Eihaut hob sich überall wie bei normaler Befruchtung ab und es

bildeten sich fast an jedem Ei mehrere breite und hohe Befruchtungshügel. Indessen erfolgte keine normale Weiterentwicklung. Weder bildeten sich Strahlungen im Dotter, noch kam es zur Teilung. Am anderen Tag waren die Objekte abgestorben und zerfallen.

Zehnter und elfter Versuch.

Erwärmung bei 34 resp. 32° Celsius. Es erfolgte Abhebung der Eihaut. Ein oder zwei Befruchtungshügel waren nachweisbar. Die Eier entwickelten sich zum Teil in unregelmäßiger Weise weiter. Nach 4 Stunden beobachteten wir spärliche Zweiteilungen, wobei die Teilstücke häufig von sehr ungleicher Größe waren, bei anderen waren mehrere höckerartige Knospen entstanden; der größte Teil der Eier zeigte im Innern nur undeutliche Strahlung, Hantelfiguren, Tetraster oder Triaster oder ließ den Kern als eine verwaschene helle Stelle erkennen. Am anderen Tag fanden sich unter einer größeren Zahl zerfallener Eier nicht wenige normal entwickelte Blastulae vor; andere waren mißgebildet zu Flimmerlarven, in deren Innerem sich anstatt Gallerte kleinere und größere glänzende Kügelchen vorfanden.

Zwölfter Versuch.

Erwärmung bei 31° Celsius während 5 Minuten. Die Befruchtung erfolgte anscheinend normal. Nach einigen Stunden teilten sich die Eier in 2, seltener in 4 oder 3 oder 6 Stücke. Die Strahlung vor und während der Teilungsstadien war schwächer als normal. Am andern Tag schwammen meist normal gebildete Blastulae in den Zuchtgläsern herum. Eine geringe Anzahl von Flimmerlarven war monströs entwickelt.

Fassen wir das Ergebnis aus dieser Versuchsserie zusammen, so ist dasselbe im allgemeinen ein ähnliches, wie dasjenige der ersten Serie. Wie dort verlängerte Wärmewirkung, so wirkt hier kurz vorübergehende Wärme, je intensiver dieselbe ist, um so mehr störend auf den Befruchtungsvorgang ein. Bei Temperaturen bis zu 31° Celsius, wenn sie nur während 5 Minuten einwirken, ist der Befruchtungsvorgang normal. Bei 32 bis 36° Celsius erfolgt Überfruchtung in steigender Progression mit Abhebung der Eihaut. Bei 37° Celsius ist die Überfruchtung eine sehr beträchtliche, wobei zugleich infolge beginnender Wärmestarre des Protoplasma die Eihaut sich ein wenig abzuheben beginnt. Bei 39 bis 47° Celsius scheint Befruchtung auszubleiben, da sich die Eihaut nicht mehr

abhebt und keine Befruchtungshügel entstehen. Bei höheren Temperaturen beginnt der Dotter zu verquellen und in seiner Struktur in wahrnehmbarer Weise geschädigt zu werden.

Drittes Kapitel.

Beeinflussung der Geschlechtsprodukte durch mechanische Insulte.

Es ist eine bekannte Erscheinung, daß die Protoplasmabewegung verlangsamt oder vorübergehend, wenn nicht dauernd aufgehoben wird, wenn eine Zelle erschüttert oder gequetscht, oder in irgend einer anderen Weise mechanisch verletzt wird. Um nun auch in dieser Weise die Befruchtungserscheinungen zu beeinflussen, wurde eine größere Quantität Eier in einem mit Meerwasser halb gefüllten Reagensröhrchen zwanzig bis dreißig Minuten lang sehr heftig geschüttelt, so daß sich die Flüssigkeit milchig trübte, weil sich die Gallerthüllen von der Dotterhaut ablösten. Infolge der heftigen Erschütterungen wurden einige Eier verletzt, indem die Dotterhaut hie und da platzte und protoplasmatischer Inhalt aus dem Riß austrat. Das entleerte Protoplasma nahm gewöhnlich sofort Kugelgestalt an und war entweder mit der Eizelle durch einen breiten Stiel verbunden oder bildete einen selbständigen, bald größeren, bald kleineren kugeligen Körper für sich. Zuweilen war auch der Eikern in das ausgetretene Protoplasma mit hineingeraten. Der weitaus größte Teil der Eier aber blieb bei der angegebenen Behandlung, da die Hülle ziemlich fest und elastisch ist, vollkommen unverletzt, abgesehen von der Abstreifung der Gallerte.

Was geschieht nun, wenn ein derartiges Eimaterial sofort nach stattgehabter Erschütterung befruchtet wird?

Wir untersuchten diese Frage sowohl am lebenden Objekt, als auch an Eiern, die auf 3 verschiedenen Stadien in Pikrinessigsäure eingelegt worden waren. Ein Teil war 20 Minuten, ein zweiter 1 Stunde und ein dritter $\frac{3}{4}$ Stunde nach der Befruchtung abgetötet worden.

Es verdient gleich am Anfang hervorgehoben zu werden, daß trotz der hochgradigen Erschütterung bei dem größten Teil der

Eier normale Befruchtung erfolgte. Die Eihaut hob sich scharf ab, nur ein Samenfaden drang in den Dotter ein und umgab sich mit einer ausgeprägten Strahlenbildung; in der normalen Zeit erfolgte die Kopulation der Kerne, die Spindelbildung und Teilung. Nur darin unterschieden sich die Eier von solchen, die nicht geschüttelt worden waren, daß ihrer Eihaut keine Samenfäden aufsaßen, weil die Gallerte abgelöst war.

Bei einem kleineren Teil indessen und namentlich bei allen den Eiern, welche infolge des Schüttelns eine Verletzung erlitten hatten, zeigten sich pathologische Erscheinungen. Dieselben lassen sich in zwei Gruppen sondern, je nachdem die Samenfäden in größerer Anzahl 1) in ein Ei oder 2) in einen abgesprengten kernlosen Teil eines Eies eingedrungen waren.

1) Eier mit mehr als 1 Samenfaden.

In solche Eier, welche durch das Schütteln gelitten hatten, was sich schon äußerlich dadurch bemerkbar machen konnte, daß sich durch einen Riß in der Umhüllung Protoplasmateile abgelöst hatten, drangen zwei, drei und mehr Spermatozoen von verschiedenen Stellen aus ein. Bei ihrem Eintritt hob sich die Dotterhaut nur wenig oder gar nicht vom Protoplasma ab. Es bildeten sich Spermakerne, die von einer ausgeprägten Strahlung umhüllt waren und in verschiedener Zahl mit dem Eikern kopulierten. Je nachdem entstanden mannichfache Kernformen, welche den durch Nikotinbehandlung hervorgerufenen entsprachen. So fanden wir öfters einen wohl durch das Eindringen zweier Samenfäden hervorgerufenen Tetraster. Vier den Ecken eines Quadrats entsprechende Strahlungen sind durch 4 Spindeln verbunden und umschließen 2 Streifen von Chromatinkörnchen, die ein Kreuz darstellen, dessen Schenkel mit ihren Enden auf die Mitte je einer Spindel treffen.

Eine modifizierte Form der Vierstrahlung, die wir auch schon bei anderer Gelegenheit (Tafel III Figur 10) beschrieben haben, ist uns auch hier wieder begegnet. Es stoßen drei Spindeln in 3 Strahlungen zusammen. Die in ihrer Mitte verteilten Chromatinkörnchen bilden die Form eines Y. Eine vierte Spindel geht von einer Strahlung des Triasters noch zu einer isoliert gelegenen Strahlung und ist in ihrer Mitte auch wieder mit Chromatinkörnchen versehen.

Auch komplizierter gebaute Kernfiguren kamen zur Beobachtung. In einem Falle war mit einem Tetraster noch eine fünfte

Strahlung verbunden. Außerdem fanden sich im Dotter noch drei isolierte Spermakerne, welche an Größe bedeutend zugenommen hatten. Sie stellten mit Kernsaft gefüllte, ovale Bläschen dar, in deren Mitte ein rot gefärbter Chromatinkörper, gleichsam ein Nucleolus, eingeschlossen war. An den beiden Polen des Ovals waren 2 Strahlensysteme entstanden. Aus jedem eingedrungenen Spermatozoon war somit auf einem weiter vorgerückten Stadium ein Spermaamphiaster hervorgegangen.

Wenn 2 Stunden nach der Befruchtung die Teilung beginnt, kann man wieder die verschiedensten Zustände beobachten, Eier, die anstatt in zwei gleich in 4, 5 oder 6 Stücke zerfallen, oder die sich auf ihrer Oberfläche mit kleineren und größeren Körpern bedecken, welche sich erst successive selbständig machen.

Übrigens ist es keineswegs eine Notwendigkeit, daß, wenn ein Ei verletzt ist, nun auch mehrere Samenfäden eindringen. Nicht selten haben wir auch Eier gesehen, die, obwohl ihrer Oberfläche ein hervorgequollener Protoplasmahöcker aufsaß, im Innern nur eine Spermastrahlung oder auf einem späteren Stadium nur eine Spindel zeigten. Es kann ein Ei sogar sehr bedeutende Substanzverluste erlitten haben und auf die Hälfte oder ein Drittel seines Volums reduziert worden sein, ohne deshalb, wenn es durch ein Spermatozoon allein befruchtet worden ist, seine normale Entwicklungsfähigkeit eingebüßt zu haben. So haben wir Zwergeier sich regulär teilen und sich zu außerordentlich kleinen Gastrulae umbilden sehen.

2) Abgesprengte Teile eines Eies.

Bei der Untersuchung des Einflusses, welchen mechanische Mittel auf die Eier ausüben, haben wir auch die interessante Erscheinung kennen gelernt, daß abgesprengte kernlose Protoplasmateile des Eies in Meerwasser noch eine gewisse Lebensfähigkeit geraume Zeit bewahren und daß die Spermatozoen sich in dieselben nicht minder als in die intakten Eier einbohren. Wenn man zehn Minuten nach Vornahme der Befruchtung sein Augenmerk auch auf die Eifragmente richtet, so wird man in ihnen je nach ihrer Größe 1, 2 oder mehr sehr deutlich ausgeprägte Strahlungen Taf. IV Fig. 17 beobachten können. In einem Falle zählten wir deren sieben. Dieselben erhielten sich in der Weise längere Zeit. Die Eifragmente hatten sich dabei mit einer zarten, dem Protoplasma dicht aufliegenden Hülle umgeben. Bei Untersuchung

mit Reagentien und an Tinktionspräparaten läßt sich in jeder Strahlung ein kleiner Spermakern nachweisen.

Nach einer und weiterhin noch nach $1\frac{1}{2}$ Stunden haben die Spermastrahlungen Veränderungen erfahren. Sie haben sich in kleine Doppelstrahlungen umgewandelt. Weiteren Aufschluß geben Tinktionspräparate. Die Spermakerne, welche sich ein wenig vergrößert haben, sind oval oder spindelig geworden und zeigen an beiden Enden eine kleine Spitze aus einer sich in Karmin nicht färbenden Substanz, welche wie die Polsubstanz bei der Kernteilung die Mitte je einer der Doppelstrahlungen einnimmt (Taf. IV Fig. 15). Außer diesen im Plasma regellos verteilten Amphiastern, deren wir in einem Fall drei zählten, können neben ihnen auch noch isolierte Strahlungen (Fig. 15*a*) vorkommen, die dadurch bemerkenswert sind, daß in ihnen sich keine färbbaren Körper oder kernartigen Bestandteile nachweisen lassen.

Nach Ablauf von $1\frac{1}{2}$ bis 2 Stunden ist an den Spermaamphiastern noch eine faserige Metamorphose eingetreten, zu deren Illustration Taf. IV Fig. 18 diene. Sie zeigt uns vier aus wenigen achromatischen Fasern zusammengesetzte Spindeln, von welchen eine mit ihrer Längsaxe senkrecht zur Sehaxe des Beobachters gestellt ist. In der Mitte jeder Faserspindel liegt die färbbare Substanz als ein einziges, größeres, rundliches oder ovales Korn.

Was später aus diesen befruchteten Eifragmenten ohne Eikern wird, ist nicht weiter verfolgt worden. Wahrscheinlich werden sie nach einiger Zeit absterben und zerfallen.

Anmerkung: Der Schluß der Arbeit, bestehend aus einem allgemeinen Teil, folgt in einem der nächsten Hefte.

Tafelerklärung.

Für Tafel V—VIII gelten folgende Bezeichnungen:

β	Chloralbehandlung	1	Minute	nach Besamung
γ	„	$1\frac{1}{2}$	Minuten	„ „
δ	„	5	„	„ „
ε	„	15	„	„ „

Die beigefügten Zahlen beziehen sich auf die Zeit, welche zwischen Besamung und Konservierung des Materials verflossen war.

β^1 abgetötet nach 30 Min.	γ^1 35 Min.	δ^1 35 Min.	ε^1 35 Min.
β^2 „ „ 55 „	γ^2 60 „	δ^2 60 „	ε^2 60 „
β^3 „ „ 90 „	γ^3 150 „	δ^3 185 „	ε^3 210 „
β^4 „ „ 150 „	γ^4 255 „	δ^4 325 „	ε^4 240—300 „
β^5 „ „ 190 „	γ^5 325 „		
β^6 „ „ 360 „			

Tafel III.

Fig. 1—5. Eier von Strongylocentrotus lividus, die in einer Nicotinlösung (1 Tropfen Extrakt auf 200 Wasser) 10 Minuten gelegen, mit Samen befruchtet und darauf in verschiedenen Intervallen abgetötet worden sind. Bei Vergrößerung F. Oc. 1 (Zeiß) gezeichnet und etwas verkleinert.

Fig. 1 und 2. Die Eier wurden 15 Minuten nach Vornahme der Befruchtung abgetötet.

Fig. 3. Das Ei wurde 40 Minuten nach Vornahme der Befruchtung abgetötet.

Fig, 4. Eine Stunde, 20 Minuten nach der Befruchtung abgetötet.

Fig. 5. Zwei Stunden 10 Minuten nach der Befruchtung abgetötet.

Fig. 6—10. Kernfiguren von Eiern, die in einer Nikotinlösung (1 Tropfen Extrakt auf 400 Wasser) 15 Minuten gelegen, befruchtet und nach 1 Stunde 30 Minuten abgetötet worden sind. Bei Vergrößerung F. Oc. 2 (Zeiß) gezeichnet.

Fig. 11. Spermakerne überfruchteter Eier, *a*, *b*, *c*, *d*, die in einer Nikotinlösung (1 Tropfen Extrakt auf 100 Wasser) gelegen ha-

ben, befruchtet und nach Ablauf mehrerer Stunden abgetötet worden sind, in Umbildung zu Spermaspindeln. Bei Vergrößerung. 1./18. Homogene Immersion. Oc. $2\frac{1}{2}$ (Zeiß) gezeichnet.

Fig. 12. Kernfiguren von einem Ei, das 5 Minuten in einer Nikotinlösung (1 Tropfen Extrakt auf 200 Wasser) gelegen hat, befruchtet und nach 2 Stunden abgetötet worden ist. Bei Vergrößerung F. Oc. ^{2} (Zeiß) gezeichnet.

Fig. 13. Mehrfach befruchteter Kern, der sich zur Umbildung in einen Spindelkomplex anschickt.

Fig. 14. Kernfigur eines Eies, das 10 Minuten in einer Nikotinlösung (1 : 200) gelegen hat, befruchtet und nach 3 Stunden 10 Minuten abgetötet worden ist. Bei Vergrößerung F. Oc. ^{2} (Zeiß) gezeichnet.

Fig. 15. Kernfigur eines Eies, das wie oben behandelt und nach 3 Stunden abgetötet worden ist. Bei Vergrößerung F. Oc. ^{2} (Zeiß) gezeichnet.

Fig. 16—18. Kernfiguren von Eiern, die 15 Minuten in einer Nikotinlösung (1 : 400) gelegen haben, befruchtet und nach 2 Stunden 45 Minuten abgetötet worden sind. Bei Vergrößerung F. Oc. ^{2} (Zeiß) gezeichnet und etwas verkleinert.

Fig. 19. Kernfiguren eines Eies, das in einer Nikotinlösung (1 : 100) gelegen hat. Sie bestehen aus einem Spindelkomplex und 5 einzelnen in Teilung begriffenen Spermaspindeln.

Fig. 20. Kernfiguren eines Eies, das in einer Nikotinlösung (1 : 200) 10 Minuten gelegen hat, befruchtet und nach 3 Stunden 10 Minuten abgetötet worden ist. Bei Vergrößerung F. Oc. ^{2} (Zeiß) gezeichnet.

Fig. 21. Kernfiguren eines Eies, das wie oben behandelt worden ist. Bei Vergrößerung F. Oc. ^{2} (Zeiß) gezeichnet und etwas verkleinert.

Tafel IV.

Die meisten Figuren sind bei Vergrößerung F Oc. ^{2} (Zeiß) gezeichnet und etwas verkleinert. Fig. 8, 9, 10, 12, 13, 14 sind bei $\frac{1}{18}$ Vergrößerung Homogene Imm. Oc. $2\frac{1}{2}$ (Zeiß) gezeichnet.

Fig. 1. Ein Ei, das 35 Minuten in einer 0,5 % Chlorallösung gelegen hat, einige Minuten nach der Befruchtung.

Fig. 2. Ein Ei, das 50 Minuten in einer 0,5 % Chlorallösung gelegen hat, 2 Stunden nach der Befruchtung.

Fig. 3. Ein Ei, das 5 Minuten in einer 0,5 % Chlorallösung gelegen hat, 4 Stunden nach der Befruchtung.

Fig. 4. Ein Ei, das 20 Minuten in einer 0,05 % Chininlösung gelegen hat, 6 Stunden nach Vornahme der Befruchtung.

Fig. 5. Ein Ei, das 20 Minuten in einer 0,05 % Chininlösung gelegen hat, 3 Stunden nach der Befruchtung.

Fig. 6. Ein Ei, das 10 Minuten in Wasser von 31° Celsius erwärmt wurde, $1\frac{1}{4}$ Stunde nach der Befruchtung.

Fig. 7. Ein Ei, das 20 Minuten in Wasser von 31° Celsius erwärmt wurde, $1\frac{1}{4}$ Stunde nach der Befruchtung.

Fig. 8—10. Spermakerne und Eikerne von Eiern, die 10 Minuten in Wasser von 31° Celsius erwärmt wurden, 2 Stunden nach der Befruchtung.

Fig. 11. Stück eines Eies, das 15 Minuten in einer 0,025 % Kokainlösung gelegen hat, kurze Zeit nach Vornahme der Befruchtung.

Fig. 12. Kerne eines Eies, das 20 Minuten in Wasser von 31° Celsius erwärmt wurde, 2 Stunden nach der Befruchtung.

Fig. 13. Kernfiguren eines Eies, das 10 Minuten in Wasser von 31° Celsius erwärmt wurde, 2 Stunden nach der Befruchtung.

Fig. 14. Kernfiguren eines Eies, das 20 Minuten in Wasser von 31° Celsius erwärmt wurde, $1\frac{1}{4}$ Stunde nach der Befruchtung.

Fig. 15. Stück eines Eies, das durch heftiges Schütteln abgesprengt und darauf befruchtet worden ist, 2 Stunden nach Vornahme der Befruchtung.

Fig. 16. Kernfigur eines Eies, das 20 Minuten lang auf 31° Celsius erwärmt wurde, $1\frac{1}{4}$ Stunde nach der Befruchtung.

Fig. 17. Kleinstes Stück eines Eies, das durch heftiges Schütteln abgesprengt und darauf befruchtet worden ist. 20 Minuten nach der Befruchtung.

Fig. 18. Stück eines Eies, das durch heftiges Schütteln abgesprengt und darauf befruchtet worden ist, 2 Stunden nach Vornahme der Befruchtung.

Fig. 19. Kerne eines Eies, das längere Zeit in Wasser von 31° Celsius erwärmt wurde, mehrere Stunden nach der Befruchtung.

Fig. 20a und b. Kernfigur eines Eies, das 10 Minuten in einer Nikotinlösung (1 : 200) gelegen hat, 2 Stunden nach Vornahme der Befruchtung abgetötet.

Fig. 21 u. 22. Eier, die $1\frac{1}{2}$ Stunden nach der Befruchtung in 0,05 % Chininlösung 20 Minuten gelegen haben, nach 2 Stunden 10 Minuten abgetötet.

Fig. 23. Ei, das in einer 0,05 % Kokainlösung 5 Minuten gelegen, 1 Stunde 40 Minuten nach Vornahme der Befruchtung.

Fig. 24. Ein Ei, das $1\frac{1}{2}$ Stunde nach der Befruchtung in einer 0,05 % Chininlösung 20 Minuten gelegen hat, nach 2 Stunden 10 Minuten abgetötet.

Fig. 25. Ein Ei, das 1 Stunde nach der Befruchtung, 10 Minuten in einer 0,5 % Chlorallösung gelegen hat, nach 3 Stunden abgetötet.

Tafel V.

Die Figuren 2, 3, 4 sind bei Vergrößerung Homogene Immersion $\frac{1}{18}$ Oc. 2 $\frac{1}{2}$ (Zeiß), die Figuren 1, 5—10 bei Vergrößerung F. Oc. 2 (Zeiß) gezeichnet.

Fig. 1 — 6. Kernfiguren von Eiern, die $1\frac{1}{2}$ Stunde nach Vornahme der Befruchtung 20 Minuten in einer 0,05 $\frac{0}{0}$ Chininlösung gelegen haben und nach Herausnahme aus der Chininlösung teils nach 1 Stunde, teils nach 2 Stunden abgetötet worden sind.

Fig. 7 — 11. Kernfiguren von Eiern, die 1 Stunde nach Vornahme der Befruchtung 10 Minuten in einer 0,5 $\frac{0}{0}$ Chlorallösung gelegen haben und nach Herausnahme aus derselben, teils nach $\frac{3}{4}$, teils nach 2, teils nach 3 Stunden abgetötet worden sind.

Fig. 12. Verschiedene Umbildungsstadien des Spermakerns bis zur Ordensternfigur. β^4.

Fig. 13 — 24 sind bei Vergrößerung $\frac{1}{18}$ homog. Imm. Oc. II (Zeiß) gezeichnet.

Fig. 13. Vierpoliger Eikern stark vergrößert. Tubus auf 200 mm verlängert. β^4.

Fig. 14 — 16. Zusammengehörige Ei- und Spermakerne verschiedener Eier in ihren natürlichen Abständen gezeichnet. Fig. 14. β^1. Fig. 15. β^2. Fig. 16. β^3.

Fig. 17. Hälfte eines Eies β^4. Eikern (*o*) in Fächerform vom Fächerende aus gesehen, Spermakern (*sp*) bläschenförmig mit 2 Strahlungen.

Fig. 18. Desgl. Eikern (fälschlich *sp* bezeichnet) in der Umbildung von der Fächerform zur 4 strahligen Gestalt, Spermakern (fälschlich *o* bezeichnet) 3 strahlig.

Fig. 19. Desgl. Eikern in vierstrahliger Form; 2 Spermakerne, davon einer mit 3 polständigen Plasmastrahlungen und einer vierten in einiger Entfernung gelegenen Strahlung.

Fig. 20 und 21. Umbildung eines Spermakerns in einen in Windungen gelegten Kernfaden; derselbe schien in Fig. 20 in einzelne U-förmig gekrümmte Teile zerlegt zu sein. β^4.

Fig. 22. Hälfte eines Eies β^5; Eikern und Spermakern in Rosettenform mit polaren Strahlungen.

Fig. 23 und 24. Hälfte eines Eies β^5; 1 Kern wahrscheinlich aus Vereinigung von Ei- und Spermakern entstanden, Strahlungen im Protoplasma unabhängig vom Kern.

Tafel VI.

Alle Figuren auf Tafel IV—VII sind bei Vergrößerung Homogene Imm. $\frac{1}{18}$ Oc. ^{2} (Zeiß) gezeichnet.

Fig. 1. 2 Rosettenkerne (Ei- und Spermakern), der eine mit 3, der andere mit 4 Ecken, von denen 2 einander genähert sind, aus einer Eizelle des Stadium 5 β.

Fig. 2. Ei mit 2 Kernen, welche in Umbildung zur Rosettenform begriffen sind. Im Protoplasma sind 4 Strahlungen zu sehen, von denen 3 von den Kernen unabhängig sind, die vierte im Anschluß an einen Kern (Spermakern?) sich entwickelt hat. 5 β.

Fig. 3. Ei mit dendritischer Protoplasmafigur, in welcher 2 aus je 3 Kernhaufen bestehende Gruppen eingebettet sind. Endäste der Figur mit Strahlung versehen. Stadium 5 β.

Fig. 4. Ein ähnliches Ei mit 2 das eine Mal aus 2, das andere Mal aus 3 Kernen bestehenden Gruppen; nach einer am Meere verfertigten Skizze gezeichnet. Stadium 5 β.

Fig. 5. Konjugierte Kerne, *a* in Umbildung zur Rosettenform begriffen, im Protoplasma 2 symmetrische Strahlungen. *b* Konjugation noch nicht zum Abschluß gelangt. Stadium 5 β.

Fig. 6. Konjugierte Kerne. *a* 4 polige Rosettenform mit Strahlungen an den Polen, *b* Vorstadium zur 3 poligen Rosettenform, Chromatin zu einer unregelmäßigen Kernplatte angeordnet, *c* Kern granuliert, anscheinend im Begriff durch Einschnürung in 3 Teile zu zerfallen. Bei Ei *c* war ein zweiter Spermakern nachweisbar.

Fig. 7 und 8. Die durch Teilung des Spermakerns und des Eikerns entstandenen Kerne sind im Begriff von neuem zu verschmelzen, in Figur 7 sind so je ein größerer und ein kleinerer Kern entstanden, in Fig. 8 sind auf der einen Seite 2, auf der andern Seite 3 Kerne.

Fig. 9. Die rekonstruierten, zur Fächerform differenzierten Kerne haben je ein kleineres Stück abgespalten. Stad. 6 β.

Fig. 10. Zweimal zwei Kerne aus Teilung und partieller Wiedervereinigung von Spermakern und Eikern entstanden. Stad. 6 β.

Fig. 11. Die rekonstruierten Kerne haben sich in ein großes und ein kleines Stück geteilt. Stad. 6 β.

Fig. 12 und 13. Eikern und Spermakern in Rekonstruktion begriffen. Stad. 5 β und 6 β.

Fig. 14. Rekonstruierter Ei- und Spermakern in chromatischer Metamorphose. Stad. 6 β.

Fig. 15. Rekonstruierter Ei- und Spermakern. Stad. 5 β.

Fig. 16. Rekonstruierter Ei- und Spermakern in chromatischer Metamorphose mit beginnender Strahlung. 6 β.

Fig. 17 und 18. Ei- und Spermakern rekonstruiert und in Fächerform übergeführt; jeder Fächer in mehr oder minder vorgeschrittener Teilung. Stad. 6 β.

Fig. 19. Die aus der Teilung hervorgegangenen Kerne. Stad. 6 β.

Fig. 20. Ei mit Geschlechtskernen, welche in die Rosettenform übergeführt sind, der eine zweipolig mit unvollkommen entwickeltem dritten Pol, der andere 3 polig. Stad. 5 β.

Tafel VII.

Fig. 1. Verschiedene Umwandlungsformen der Spermakerne. Stadium γ^3.

Fig. 2. 3 Eikerne mit den zugehörigen Spermakernen in Umbildung. Stad. γ^3.

Fig. 3. Ei- und Spermakerne in Pseudotetraster verwandelt. Stad. γ^3.

Fig. 4. Aus Konjugation hervorgegangene Furchungskerne. *a* dreilappig ohne achromatische Faserung, *b* und *c* polyedrisch faserig differenziert. Stad. γ^3.

Fig. 5. Ei- und Spermakerne geteilt in Kernbläschen, welche nunmehr in Rekonstruktion begriffen sind. Stad. γ^3.

Fig. 6. Unvollkommen abgefurchtes Ei aus Stad. β^5.

Fig. 7. 2 mit 3 chromatisch differenzierten Kernen ausgerüstete Eier zur Hälfte dargestellt. Stad. β^5.

Fig. 8. 2 aus einem Ei stammende faserig differenzierte Kerne (wahrscheinlich aus Rekonstruktion von Ei- und Spermakern hervorgegangen). γ^4.

Fig. 9. Wahrscheinlich rekonstruierte Ei- und Spermakerne in chromatischer Umbildung begriffen; bei *c* und *d* zeigt 1 Kern beginnende Abschnürung. γ^4.

Fig. 10. 3 Kerne entweder aus einem konjugierten Kern durch Teilung hervorgegangen oder dadurch, daß einer der beiden nicht konjugierten Kerne sich geteilt hat. γ^4.

Fig. 11 wie Fig. 8. γ^5.

Fig. 12, 13, 14. Eier in Knospenteilung begriffen, Stad. γ^5; in Fig. 12 sind nur die Kerne mit umgebendem Protoplasma dargestellt.

Fig. 15. Konjugierter Kern, *a* Substanz des Spermakerns noch für sich zu erkennen, *b* Substanz beider Kerne verschmolzen. δ^2.

Fig. 16—34. Kerne aus Stadium δ^3.

Fig. 16. Spermakern in Ordenssternfigur, Eikern im Anfang der faserigen Umbildung.

Fig. 17—20. Eikern in Fächerform, welche in den Figuren 18 und 20 die Umbildung zur Spindel erkennen läßt. Fig. 18 3strahliger Spermakern.

Fig. 21 und 22. Eikern in Pseudotetrasterform mit zentraler Chromatinanhäufung.

Fig. 23—25. Chromatin des Eikerns in Umlagerung zur Rosettenform.

Fig. 26—30. 4strahlige Rosettenform des Eikerns. Spermakerne 3strahlig, beginnen in Fig. 28 und 29 mit dem Eikern in Verbindung zu treten. Fig. 30 stärker vergrößert. $\frac{1}{18}$ Oc. 3.

Fig. 31. Rosettenförmiger Eikern, bei dem ein Pol schwach entwickelt ist. Spermakern 3strahlig.

Fig. 32. Rosettenförmiger Eikern, bei dem eine Ecke mehr als normal entwickelt ist; vierstrahliger Spermakern, bei dem die Chromatinumlagerung zur Rosettenform beginnt.

Fig. 33. Rosettenförmiger Eikern mit 6 Ecken.

Fig. 34. Kern aus Konjugation hervorgegangen, undeutlich faserig differenziert.

Tafel VIII.

Fig. 1. Fig. 2. } Eikern und Spermakern in Rekonstruktion. Stad. δ^3.

Fig. 3. Die rekonstruierten beiden Kerne in chromatischer Metamorphose. Stadium δ^3.

Fig. 4. Eikern in Rosettenform und Spermakern in Ordenssternform treten zu einander in Beziehung. δ^3.

Fig. 5. 8 Gruppen von Kernbläschen hervorgegangen aus einem rosettenförmigen konjugierten Kern. δ^3.

Fig. 6. 6 strahliger rosettenförmiger Furchungskern. δ^3.

Fig. 7 u. 8. Rekonstruierter Furchungskern in chromatischer Umbildung. δ^3.

Fig. 9—11. Kernteilungen, in Figur 9 auch Protoplasmateilung. δ^4.

Fig. 12—27. Serie ε.

Fig. 12. Spermakern und Eikern sind noch nicht vereinigt. ε^1

Fig. 13 und 14. Spermakern und Eikern in mehr oder minder inniger Konjugation. ε^1.

Fig. 15. Konjugierte Kerne, bei denen sich die Substanzen von Ei- und Spermakern nicht mehr unterscheiden lassen. ε^2.

Fig. 16. Eikern und Spermakern fast ganz zu einem 7 poligen Kern vereinigt und faserig differenziert. Chromatin in Umlagerung zur Rosettenform begriffen. 2 schwächere Strahlungen in einiger Entfernung vom Kern, eine stärkere an einem Kernpol. ε^3.

Fig. 17. Eikern und Spermakern getrennt in die Rosettenform übergeführt. ε^3.

Fig. 18. Konjugierter Kern in Rosettenform, eine Strahlung auf der einen, eine Doppelstrahlung auf der anderen Seite. ε^3.

Fig. 19. Achtstrahliger Rosettenkern. ε^3.

Fig. 20. Stück eines konjugierten Kerns, bei dem das Chromatin noch nicht in die Rosettenform übergegangen ist.

Fig. 21. Achtstrahliger Rosettenkern, bei dem je 2 Ecken fast zur Vereinigung genähert sind.

Fig. 22. Fünfstrahliger Rosettenkern mit Strahlung an den Polen. ε^3.

Fig. 23. Ei in Teilung mit 5 ungleich großen, schwach chromatischen Kernen. ε^4.

Fig. 24. Ei fast zweigeteilt, 2 faserig differenzierte Kerne, davon einer in Fächerform. ε^4.

Fig. 25. Sechs Haufen von Kernbläschen aus Teilung eines rosettenförmigen Kerns entstanden. ε^3.

Fig. 26. Beginnende Verschmelzung der Kernbläschen, welche aus der Teilung eines rosettenförmigen Kerns entstanden sind. ε^3.

Fig. 27. Acht mehr oder minder ansehnliche Haufen von Kernbläschen aus der Teilung eines Rosettenkerns hervorgegangen. ε^3.

Tafel IX.

Fig. 1. Ei vor der Bildung des 2. Richtungskörpers polysperm befruchtet und dann mit Chloral behandelt. Stad. δ^4.

Fig. 2. Ei auf dem Stadium der Richtungsspindel vor Bildung des ersten Richtungskörpers polysperm befruchtet und dann chloralisiert. δ^4.

Fig. 3. Ein wahrscheinlich mechanisch verletztes und infolge dessen polysperm befruchtetes, chloralisiertes Ei. ε^7.

Fig. 4 und 5. Furchungskern nach der Teilung des Rosettenkerns in Rekonstruktion begriffen. ε^3.

Fig. 6 und 7. Rekonstruierter, aber noch höckerig eingeschnürter Furchungskern. ε^3.

Fig. 8—11. Verschiedene Stadien der chromatischen Metamorphose des rekonstruierten Furchungskerns. ε^3.

Frommann'sche Buchdruckerei (Hermann Pohle) in Jena. — 285.

Ueber den Bau der Flexuren an den Grenzen der Kontinente.

Von

Dr. Johannes Walther.

Hierzu Tafel X—XII.

„Unter den Gegenständen, welche sich in unmittelbarer Umgebung von Kontinenten und Inseln der Untersuchung darbieten, ist in erster Linie die Beschaffenheit jener Abdachung zu nennen, welche sich in wechselnder Breite den meisten Küsten anschließt und im Mittel bis zur Hundertfadenlinie reicht, wo dann in der Regel ein etwas stärkeres Einfallen beginnt. . . . . . Das Problem dürfte sich zur Untersuchung empfehlen.“ Mit diesen Worten lenkt F. v. RICHTHOFEN in seinem neuesten Werk[1]) die Aufmerksamkeit der Geologen auf eine bisher nur wenig beachtete Erscheinung.

Seit mehreren Jahren studiere ich an italienischen Vulkanen die genetischen Beziehungen zwischen Gebirgsbildung und Vulkanismus; durch Herrn v. RICHTHOFEN wurde ich auf neue Verhältnisse aufmerksam und ich betrachte es als die wesentliche Aufgabe vorliegender Studie, den ursächlichen Zusammenhang gewisser Erscheinungsgruppen aufzudecken und zur erneuten Prüfung des empirischen Materials anzuregen. Ich würde mich freuen, wenn Diskussionen angeregt würden und wenn tektonische Arbeiten über genau bekannte spezielle Küstengebiete den Anlaß böten, um die Rätsel des Meeresgrundes dem Verständnis näher zu bringen und die hier behandelten Fragen gründlicher zu bearbeiten, als es auf Grund des heute vorliegenden Kartenmaterials mir möglich war.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, Herrn Geh. Admiralitätsrat Dr. NEUMAYER, der mir die reichen Kartenschätze der kaiserl. deutschen Seewarte in Hamburg öffnete, meinen verbind-

1) Führer für Forschungsreisende. S. 414.

lichsten Dank für seine große Liebenswürdigkeit an dieser Stelle auszusprechen.

Inhalt der Abschnitte:

1. Die Entstehung der Spaltenthäler.
2. Die Küstenflexuren und die Hundertfadenlinie.
3. Die Wallriffe.
4. Die Küstenvulkane.
5. Ozeanische Gräben und Brüche.
6. Kontinent und Festland.
7. Die Abhängigkeit der Vulkane von tektonischen Senkungen.

1. Die Entstehung der Spaltenthäler.

Zwei Faktoren bedingen die Stärke der Erosion und Denudation. Einerseits die Menge und Kraft der erodierenden Agentien, andererseits die Beschaffenheit des zu erodierenden Materials; und hier ist wiederum die Oberflächengröße desselben das wichtigste Moment. Denn je mehr Spalten und Risse ein Gestein durchsetzen, desto leichter wird es der Verwitterung, Abschlämmung und Zerstörung unterliegen. In unseren regenreichen Breiten entsteht keine Erosions- oder Denudationsform ohne die Mitwirkung fallenden Wassers, aber ebensowenige entstehen ausschließlich durch dasselbe; die physikalische Beschaffenheit des Materials ist bei solchen Vorgängen immer ein bedeutungsvoller Faktor. Und in allen Fällen, wo durch gleiche Erosionskräfte ungleiche Erosionswirkungen erzeugt wurden, müssen wir untersuchen, inwieweit die physikalische Beschaffenheit des Gesteines von Einfluß war.

Beide Faktoren wirken auch gemeinsam bei der Bildung der Thäler. Ich meine nicht die tektonischen synklinalen Muldenthäler, oder die versenkten Grabenthäler, sondern jene Thalrinnen, welche wesentlich durch fließendes Wasser gebildet wurden die Erosionsthäler.

Eine Thalform aber dürfte der genetischen Erklärung einige Schwierigkeiten bieten: die Spaltenthäler; und indem wir die frühere Hypothese der „cratères d'explosion" als unbeweisbar völlig übergehen und auch die Möglichkeit einer Gletschererosion für diese Fälle für ausgeschlossen halten, wollen wir die Frage untersuchen, ob die Spaltenthäler Erosionsthäler seien oder ob die Erosion bei der Bildung derselben nur eine untergeordnete Rolle spielte.

Ein klassisches Gebiet für das Studium der Spaltenthäler bleibt der Jura von Solothurn, welcher seit Gressly's grundlegenden Arbeiten immer von neuem durchforscht wurde, immer neue, anziehende Probleme bot. Dort ist die Heimat der Spaltenthäler. Allein nicht minder häufig treten Spaltenthäler in anderen Gebieten auf; denn tektonisch ausgedrückt gehören die Spaltenthäler zu den Antiklinalrücken und solche, von einem medianen Thal durchschnittene Antiklinalen finden sich in den meisten alpinen Profilen. So häufig und so schön ausgebildet möchten sie selten sein, wie wir sie im Schweizer Jura finden, wo eine Anzahl fast paralleler Ketten nebeneinander herziehend auf ihrem Kamm tiefe Thalrisse zeigen.

Was aber dort nicht minder auffällt, ist die Thatsache, daß die Synklinalen zwischen den gefalteten Juraketten keine Thaleinschnitte zeigen, daß dort die Molasse wohl durchschnitten, aber die darunter liegende Juramulde völlig unberührt geblieben ist. Auf dem schmalen Kamm der Bergketten also finden wir tiefe Thäler durch den Malm bis in den Dogger und Lias eingeschnitten, dagegen in den synklinalen Thalmulden, welche die Wasser sammeln und in welchen daher die erodierende Thätigkeit desselben unverhältnismäßig stärker wirkt, als auf den hohen, schmalen Bergrücken, dort hat das Wasser sich nicht einmal in den Malm einzuschneiden vermocht. Der scharfe, augenfällige Gegensatz zwischen eingeschnittenen Antiklinalkämmen und intakten Synklinalmulden tritt wohl nirgends so schroff auf, wie im Münsterthal, er ist um so auffallender, als er sich überall wiederholt.

Man kann sich nicht vorstellen, daß die Antiklinalrücken früher entstanden sind, als die dazwischenliegenden Mulden; und wenn man auch annehmen wollte, daß die letzteren am Boden des Molassemeeres vor Erosion länger geschützt blieben, so ist doch ein solcher Erklärungsversuch für die Mehrzahl der in anderen Gebirgen vorkommenden Spaltenthäler nicht ausreichend. Denn beim Vergleichen beliebiger Profile aus Faltengebirgen erkennt man durchgängig: daß sich in Synklinalmulden keine Thäler eingeschnitten haben, daß hingegen benachbarte Antiklinalrücken durch tiefe Einschnitte geteilt erscheinen.

Die Wirkung der erodierenden Kräfte kann also nur eine nebensächliche sein gegenüber dem wichtigeren Faktor, der physikalischen Beschaffenheit des Gesteinsmaterials. Da aber nun in

benachbarten Faltenteilen die ursprüngliche Gesteinsbeschaffenheit der Schichten als gleichmäßig angenommen werden kann, so muß durch den Faltungsprozeß selbst eine nachträgliche Verschiedenheit erzeugt worden sein.

Um über diese Frage Klarheit zu erlangen, scheint es nützlich, die Bildung tangentialer Gebirgsstörungen näher zu betrachten und unbekümmert um die Gründe der Faltenbildung den Faltungsvorgang zu diskutieren: Es wird die Bildung einer Falte in verschiedener Weise erfolgen, je nachdem die Ursachen derselben oberflächlich wirken, oder einen mächtigeren Schichtenkomplex betreffen, und ich bezeichne der Kürze halber als Normalebene der Faltung jenen Horizont in der zu faltenden Schichtengruppe, auf welchen das Maximum der faltenden Kraft wirkte und welcher als die eigentlich gefaltete Ebene betrachtet werden darf (in ähnlicher Weise, wie man das Gewicht einer Kugel sich in dem geometrischen Mittelpunkt gelagert denkt). Die Normalebene kann nun eine verschiedene Lage haben; sie kann bei ganz oberflächlichen Falten fast mit der äußeren Begrenzungsfläche zusammenfallen, oder unter der Oberfläche in beliebiger Tiefe liegen. Im ersteren Falle bleibt die Oberfläche der Antiklinale unverletzt, aber unter der Voraussetzung, daß die einzelnen Schichten sich nicht aufeinander verschieben, wird in jedem anderen Falle, also wenn die Normalebene tiefer liegt als die äußere Schichtenfläche, diese letztere in Spalten zerrissen, welche nahe bis zur Normalebene in die Tiefe reichen. Es ist vielleicht zu viel gesagt, wenn ich von „Spalten“ spreche, und ich will das dahin modifizieren, daß der laterale Zusammenhang der betreffenden Schichten gemindert und somit die Spaltenbildung eingeleitet wird. Einen bedeutenden Einfluß auf die Art solcher Lockerung wird immer die Beschaffenheit des Gesteins haben und thonige Mergel werden anders reagieren als kristallinische Kalke.

Ist der Zusammenhang der Schichten einmal gelöst, dann weichen beim Weiterfortschreiten der faltenden Bewegung die beiden Antiklinalflügel auseinander, und indem der Faltungsvorgang viel, die Erosion etwas wirkt, entstehen jene Thalformen, welche man als Spaltenthäler bezeichnet. Dieselben werden umso tiefer sein, je tiefer die Normalebene der Falte unter der Oberfläche der gefalteten Schichtengruppe lag, je tiefer die faltende Kraft gewirkt hat. Auch die Länge der Faltenflügel dürfte ein wesentlicher Faktor sein für die Tiefe der Spaltenthäler und im

Interesse eines weiter unten zu behandelnden Problems wird es von hohem Wert sein, Erfahrungssätze zu eruieren über die besprochenen Verhältnisse. Solche Sätze können nach Literaturangaben nicht aufgestellt werden, das kann nur der mit seinem Gebiete nach allen Seiten wohlvertraute Forscher. Unzerspaltene Antiklinalen sind Ausnahmen ebensosehr wie geteilte Synklinalen, und so kommen wir zu dem Schluß, daß bei der Bildung der Spaltenthäler die Erosion nur wenig wirkt gegenüber dem aktiven Auseinanderweichen der Sattelflügel.

Allein die Ketten des Juragebirges zeigen noch eine andere ähnliche Erscheinung, welche nicht geringeres Interesse erregen muß. Indem man den Jura von Solothurn mit einem Baume vergleicht, dessen Faltenstamm sich teilt und allmählich in 13 verschiedene Ketten gabelt, berücksichtigt man nur das kartographische Projektionsbild. Denn die sogenannte Teilung der Juraketten ist eigentlich eine Anlagerung neuer Ketten an die vorhandenen. Die Ketten tauchen aus der Ebene empor, um nach einer gewissen Strecke darunter zu verschwinden. Somit ergiebt das Längsprofil durch eine dieser Ketten auch einen Antiklinalsattel, welcher nur bedeutend breiter ist, als das Querprofil. Die Sätze, welche wir für das Querprofil des Antiklinalrückens aufstellen konnten, gelten somit in ähnlicher Weise für das Längsprofil; und jene Dehnung der Schichten über der Normalebene, welche die longitudinalen Spaltenthäler erzeugte, muß auch longitudinal gewirkt haben und die Bildung transversaler Thalrisse begünstigen.

Die Miniaturfalte von St. Verène nahe bei Solothurn mit ihrem tiefeingeschnittenen Querthal ist das beste und schönste Paradigma für diese Verhältnisse.

Und fast alle großen Ketten zeigen dieselbe Erscheinung. Man könnte diese Querthäler des Jura für Erosionsformen halten, welche auf durchgehenden „Blatt“flächen entstanden seien, allein dann müßten sie in benachbarten Ketten genau mit einander korrespondieren. Dem entgegen findet eine direkte Fortsetzung eines Querthales in ein benachbartes nicht statt, das Münsterthal ist vielfach gebogen und die Querthäler in anderen Ketten entsprechen sich noch weniger. Wir dürfen daher die Bildung dieser Querrisse nicht auf gemeinsame Ursachen zurückführen, sondern wir müssen annehmen, daß jede Kette von der anderen unabhängig geteilt worden ist.

Doch ich fürchte schon zu viel gesagt zu haben über ein

Thema, welches oft behandelt, oft gestreift worden ist. Das was ich hier über die Bildung der Spaltenthäler bringen konnte, ist nicht neu, sondern entspricht wohl den gangbaren Anschauungen. Aber ich mußte eine kurze Besprechung dieser Verhältnisse vorausschicken, weil sie überaus eng zusammengehören mit den weiter zu behandelnden Fragen.

Wir wiesen soeben darauf hin, daß Synklinalmulden selten durch eine Erosionsrinne vertieft sind, obgleich sich in ihnen bedeutendere erodierende Wassermengen sammeln, als auf den Kämmen der Antiklinalen. Und wie wir die Entstehung der Spaltenthäler vornehmlich als eine Wirkung des tektonischen Auseinanderziehens der gefalteten Schichten über der Normalebene erkannten, so liegt es nahe, für die benachbarte Erscheinung nach ähnlichen Ursachen zu forschen. Die Synklinale ist das Gegenstück, eine umgekehrte Antiklinale; und wenn hier alle Schichten oberhalb der Normalebene gedehnt und zerrissen wurden, so wurden die synklinalen Schichten oberhalb der Normalebene zusammengepreßt. Nur dadurch können wir erklären, warum synklinale Mulden so überaus seltene Erosionsrinnen besitzen. Alle jene Erscheinungen, welche bei antiklinaler Schichtenbiegung eine Lockerung der Schichten, eine Oberflächenvergrößerung des Gesteinsmaterials erzeugten, die wirkten bei Synklinalen im umgekehrten Sinne. Die Schichten oberhalb der Normalebene wurden seitlich zusammengedrückt und die erodierende Wirkung des Wassers war, wenn nicht verhindert, so doch erschwert.

Allein indem wir die verschiedenartige Wirkungsweise antiklinaler und synklinaler Schichtenbiegung vergleichen, dürfen wir das nicht verkennen, was beiden gemeinsam ist. Denn das was bei der Antiklinale für die Schichten oberhalb der Normalebene gilt, das muß bei der Synklinale für die Schichten unter der Normalebene gelten, und in derselben Weise wie bei Synklinalen die Schichten über der Normalebene reagieren, so müssen sich bei der Antiklinale alle Schichten unter derselben verhalten.

Die antiklinalen Spaltenthäler sind nur unter der Annahme zu erklären, daß der Schichtenverband über der Normalebene gelockert wurde, und so werden wir zu der Anschauung geführt, daß bei synklinaler Schichtenbiegung eine Schichtenlockerung unterhalb der Normalebene stattfinde. Mag sich diese Lockerung in einfacher Kohäsionsverminderung oder in der Bildung wirklicher Spalten äußern, die Notwendigkeit

ähnlicher Erscheinungen wird zugegeben werden müssen. Im Gegensatz hierzu dürfen wir annehmen, daß bei antiklinaler Schichtenbiegung alle Schichten unter der Normalebene zusammengedrückt werden.

Unter sonst gleichen Verhältnissen wird die Tiefe der Spaltenthäler einen Maßstab abgeben für die Stärke jener Lockerung der Schichten, welche unterhalb der Normalebene von benachbarten Synklinalen stattgefunden hat.

2. Die Küstenflexuren und die Hundertfadenlinie.

Die Meeresbecken werden heutzutage nicht mehr als Lücken aufgefaßt, welche die einzelnen Kontinente trennen und isolieren. Seitdem Süss kühne Brücken von Europa nach Nordafrika und von Südafrika nach Indien geschlagen hat, gewinnen die dazwischen liegenden Depressionsgebiete eine höhere Bedeutung, sie trennen nicht mehr, sondern sie verbinden und fügen sich ein als gesunkene Teile zwischen die kontinentalen Horste der einst gleichmäßig den Erdball umspannenden Rinde. Ich hoffe in folgendem neue Beweise für diese Anschauung zu bringen, jetzt will ich sie voraussetzen, als ob sie schon tektonisch bewiesen wäre.

Es ist von hohem Interesse zu sehen, wie diese Einsturzbecken im allgemeinen immer kleiner werden, je älter die Erde wird; wie die Becken der Ozeane ein hohes Alter haben, wie dagegen die Senkungsgebiete neuerer Erdperioden meist einen kleineren Durchmesser besitzen. Man wird zu der Vermutung geführt, daß die erkaltenden und sich kontrahierenden Teile des Erdinneren allmählich auf kleinere Räume, kleinere Maculae reduziert werden, so daß die Erdrinde nur noch auf geringere Erstreckung radialen Dislokationen unterworfen wird. Und wenn man die Oberfläche des Mondes mit seinen kesselartigen Vertiefungen betrachtet, so kann man sich des Eindrucks nicht erwehren, daß die sogenannten Mondkratere nichts Anderes sind als tektonische Kesselbrüche des senilen Trabanten.

Wenn nun die Becken der Ozeane eingesunkene Teile einer kontinuierlichen Erdrinde repräsentieren, so ist es notwendig, daß dieselben von Flexuren[1]) umgeben sind. Eine solche Anschauung

---

1) Als Flexur bezeichnet man neuerdings eine ⅂-förmig gebogene Falte.

würde der allgemeinen Abdachungsform der Meeresküsten am meisten entsprechen, wobei nicht ausgeschlossen ist, daß diese Flexuren einen verschiedenen Krümmungshalbmesser besitzen, daß sie in Verwerfungen mit geschleppten Flügeln, oder in wahre Verwerfungen übergehen, daß endlich Überschiebungen und verwandte Erscheinungen eintreten können. Im allgemeinen jedoch werden wir der Wahrheit am nächsten kommen, wenn wir die Flexur als den Typus der Küstenbegrenzung betrachten.

Es war ein revolutionäres Wort, als zum ersten male ausgesprochen wurde, daß der Meeresspiegel veränderlich sei und keinen stabilen Horizont repräsentiere. Das sichere Mittel, um den Abstand eines Punktes der Erdrinde vom Erdmittelpunkt zu bestimmen, das ist zerstört, und wie die einzelne Woge, so bewegt sich schwankend auf und nieder der Spiegel des Ozean. Die erste Konsequenz dieser Anschauung aber ist die, daß die Grenzen des Meeres in keinem bestimmten Verhältnisse stehen zu den Umrissen der Meeresbecken, daß dort ein Meeresbecken vom Wasser kaum gefüllt wird, daß hier weite Gebiete der Beckenumgebung überflutet sind. Der Steilabfall des atlantischen Ozeans liegt 5 Längengrade westlich von den Scillyinseln und die ganze Nordsee ist eine 200 m tiefe Flachsee. Wo sind nun die Grenzen der Kontinente?

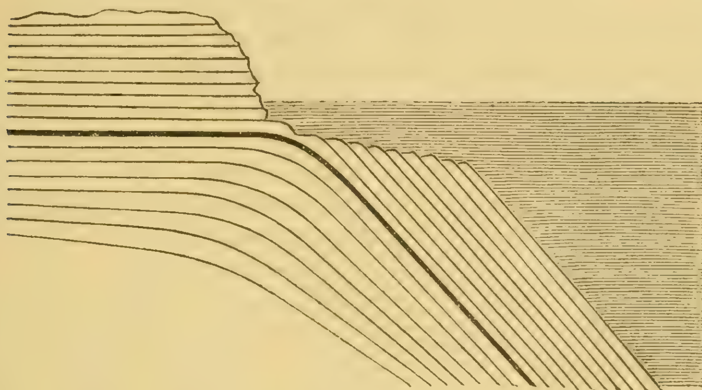
Bei Besprechung der adriatischen Senkung[1]) spricht Süss in Anschluß an Stur und Stache die Anschauung aus, daß der nördliche Teil des adriatischen Meeres eine junge Bildung sein müsse, und daß sich die einstige Nordküste längs der Inseln Lagosta-Palagosa-Tremiti erstreckt haben müsse. — Diese Inselreihe aber steht auf der Hundertfadenlinie, südlich von ihnen beginnt der Abfall des Meeresgrundes,[2]) und es tritt die Aufgabe an uns heran, zu prüfen, ob die genannte Linie nicht im Zusammenhang stehe mit der tektonischen Begrenzung des Kontinentes.

Wir gehen also von der Voraussetzung aus, daß die Kontinente von Flexuren umgeben werden. Eine Flexur wird gebildet von einem oberen Antiklinalsattel und einer tiefer liegenden Synklinalmulde. Die Küsten der Kontinente werden daher von Antiklinalen, die Grenzen der Tiefsee aber von Synklinalen gebildet sein. Und diejenigen Sätze, welche wir vorher im allgemeinen

1) Antlitz der Erde. S. 346.
2) Stieler, Handatlas. Bl. 33.

deduktiv gewonnen haben, müssen auf den speziellen Fall ihre Anwendung finden.

Antiklinalrücken sind gewöhnlich durch ein Spaltenthal gespalten, daher wird auch der Antiklinalsattel der Küstenflexur durch ein Thal geöffnet und das Profil einer als Flexur gebauten Küste folgendermaßen beschaffen sein:



Die Normalebene wurde breiter gezeichnet.

Diesen theoretisch ermittelten Verhältnissen entspricht die Abdachung des Meeresgrundes an den meisten Küsten. Viele Tausende genauer und sorgfältiger Peilungslinien beweisen an allen Küsten der Erde, daß die Abdachung des Meeresgrundes bis zu einer gewissen Tiefe (gewöhnlich 200 m oder 100 Faden) sehr langsam und unbedeutend sinkt, daß dann der Böschungswinkel ein wesentlich steilerer wird und der Abfall zu den großen Tiefen des Ozeans sehr rapide erfolgt. Anstatt vieler Beispiele wähle ich eine Peilungslinie, welche von Cap Ghir an der westafrikanischen Küste beginnt und westwärts verlaufend in gleichen Abständen folgende Tiefen[1]) erkennen läßt: 9. 36. 50. 65. 85. 95. **136. 311.** etc.

Es würde müßig sein, weitere Zahlenreihen zu nennen, und ich will lieber nur eine kurze Übersicht über die morphologischen Verhältnisse der Küsten geben:

Wie schon erwähnt, gehört die Ostsee und die Nordsee mit Ausnahme eines Grabens längs der südnorwegischen Küste ganz zum Gebiete der Küstenstufe. Fünf Längengrade westlich der

1) West Coast of Africa. Sh. 2. Azamor to Sta Cruz 1228.

Scillyinseln erfolgt der Absturz in 100 Faden, fünf Längengrade westlich von Irland in 500 Faden zu Tiefen von 2—3000 Faden.

Die Küstenstufe verschmälert sich auf 3° längs der französischen Küste im Golf von Biscaya und schlingt sich als 100 klm breiter Gürtel ziemlich gleichmäßig um die spanischen Küsten. Setzt sich ebensobreit längs der westafrikanischen Küste fort und scheint nur zwischen S. Cap Blanco und C. Verde zu fehlen. Wenigstens ziehen hier englische Übersichtskarten die Kontinentallinie mit der Küstenlinie zusammen (genauere Peilungen scheinen zu fehlen). Die Küste von der Kongomündung südlich ist ungenügend bekannt. An der Südküste Afrikas fällt die breite Agulhasbank auf. Hier ist jedoch jenseits der Bank eine langsame Tiefenzunahme und es fragt sich, ob die Agulhasbank nicht wie die Bank von Newfoundland dem Triftmaterial der daselbst schmelzenden Eisberge ihre Existenz verdankt hat.

Zwischen Port Elizabeth (Algoa B.) und Delagoa Bai am Eingang der Straße von Mozambique ist die Küstenstufe wohl abgegrenzt und 50—100 klm breit. Die mittlere Meerenge scheint ganz zur Küstenstufe zu gehören. Von Mozambique bis Zanzibar ist die Stufe gleichmäßig, dann verschmälert sie sich stark bis Magadoxa, um wieder breiter zu werden und beim Eingang des Golf von Aden die Insel Socotra mit einzuschließen.

Der Golf von Persien [1]) ist ein flaches Becken von 50 Faden. Von Bombay aus setzt sich die Küstenstufe südlich über die Laccadiven und Maldiven bis zum Chagosarchipel fort und nähert sich dort den flachen Koralleninseln, welche auf Lemurien sich angesiedelt haben, ein anderer Zweig überbrückt die Colonstraße und verknüpft Ceylon mit dem Festland. So teilt sich auch bei Bassein die Zone flacheren Meeresgrundes, um einerseits der hinterindischen Küste zu folgen, andererseits durch Andamanen und Nicobaren Sumatra zu erreichen und somit ein tiefes Becken nördlich der Straße von Malacca zu umgrenzen, in dessen Mitte ein Vulkan steht. Große Gebiete des hinterindischen und pazifischen Archipels gehören zum Gebiet der Küstenstufe, so das ganze Meer zwischen Australien und Neu-Guinea, und endlich das ganze breite Meeresgebiet zwischen der Ostküste Asiens und jenen Inselreihen, welche von den Philippinen über Japan bis nach Kamschatka ziehen; auch das Behringsmeer ist größtenteils Flachsee.

1) Indian Ocean Northern Portion Bl. 1486.

Am schwierigsten zu beurteilen sind die Verhältnisse längs der Westküste Amerikas, wenigstens zeigen die mir zugänglich gewesenen vielen Kartenblätter dieser Küsten fast überall Peilungen nur bis 100 Faden, und ganz sporadische größere Tiefen, so daß sie für meine Zwecke kaum zu verwenden waren. Und überall da, wo man sich ein annäherndes Bild des Bodenreliefs herauslesen konnte, schien die Küstenstufe zu fehlen. So glaube ich zwischen Cap Paquica und Cap Lobos[1]) das Fehlen konstatieren zu können, es finden sich hier Peilungen von 200, 300, 400, 500 Faden in sehr wechselnder, aber solcher Entfernung, daß man nur an einzelnen Stellen ein flacheres, gewöhnlich ein gleichmäßiges aber sehr rapides Absinken erkennt. Auch ein folgendes Blatt[2]) der chilenischen Küste zwischen 25° und 28° S. Br. spricht gegen die Anwesenheit der Küstenstufe, so daß hier längs der Küste entweder ein Bruch verläuft, oder aber, was mir wahrscheinlicher ist, die ursprüngliche Kontinentalgrenze im Innern des Landes jenseits der Küstenvulkane zu suchen ist.

Die Tiefen längs der chilenischen Küste wechseln ganz auffällig, so daß z. B. unter 32° 40′ S. Br. an der Quitero Bai in 20′ Küstenabstand 880 F. einen Grad südlicher an der Natividad Bai nur 140 F. in dem gleichen Küstenabstand angegeben werden. Von 34°—39° 30′ scheint die Kontinentalstufe wieder wohl entwickelt, wenigstens ist auf diesem Gebiete eine sehr geringe Tiefenzunahme bis 100 F., tiefere Peilungen fehlen.

Die Breite der Kontinentalstufe auf der Ostküste von Süd-Amerika sei hier nur erwähnt; so ist dieselbe bei Riogrande do Sul 4° breit, dann finden sich sofort 1875 Faden. Sie verschmälert sich von Rio de Janeiro nördlich, gabelt sich bei Porto Seguro (s. u.) und verläuft von St. Roque ziemlich gradlinig nordwestlich bis Trinidad.

Yukatan und Florida, mit sehr breiter Küstenstufe, werden durch eine schmälere Stufe längs der mexikanischen Küste verbunden. Von Florida nördlich, an der Ostküste der Vereinigten Staaten, wird die Küstenstufe stetig breiter, um endlich in der Neufundlandbank 47° W. L. zu erreichen; an der Küste von Canada wird sie schmäler.

Das sind in flüchtigen Zügen die Verbreitungsgebiete der Kontinentalstufe, welche sich überall durch anfängliche geringe,

1) South America West Coast Sheet XI. 1836—65. Bl. 1278.
2) South America West Coast Sheet IX.

später sehr rasche Tiefenzunahme auszeichnet. Eine Reihe von Küstengebieten, welche uns noch spezieller beschäftigen sollten, wurden hier übergangen.

Jedenfalls ist die Kontinentalstufe eine Erscheinung, welche fast an allen Küsten auftritt, und nachdem somit Theorie und Erfahrung sich gegenseitig Recht geben, spreche ich aus: Die Kontinente sind gewöhnlich von Flexuren umgeben und der Verlauf der sogenannten Hundertfadenlinie entspricht dem gesenkten Flügel des Antiklinalrückens. Das Gebiet der Hundertfadenstufe besteht aus Schichtenköpfen, also aus anstehendem Gestein, und gehört nicht zum Meeresbecken, sondern zum Kontinent.

Es ist auch eine andere Anschauung über die Entstehung der Hundertfadenstufe denkbar, welche ihren Ausdruck findet in dem Profil, das v. Richthofen[1]) S. 415 giebt und mit folgenden Worten erläutert: „Die Tiefe von 200 m entspricht demjenigen Abstand von der Oberfläche, bis zu welcher an den Küsten der offenen Ozeane eine Umlagerung des dem Festlande entnommenen Zerstörungsmaterials durch die Wellenbewegung des stürmisch aufgeregten Meeres nachgewiesen ist.“ Es würde dann das Profil der Hundertfadenstufe einem Schuttkegel lockeren Materials entsprechen, welcher sich längs der Küsten gebildet hat.

Diese Anschauung hat viel Verlockendes und ich muß sie diskutieren, ehe ich die weitere Durchführung der meinigen versuche.

Der Kernpunkt der eben geschilderten Anschauung liegt einerseits darin, daß die Hundertfadenstufe aus aufgeschüttetem Materiale entstand, anderseits darin, daß die über die ganze Erde relativ gleichmäßigen Kräfte der Brandung auch überall gleiche, oder annähernd entsprechende Wirkungen hervorgebracht haben.

Die englischen Admiralitätskarten ziehen die Hundertfadenlinie um alle Küsten gleichmäßig herum; und es könnte so scheinen, als ob jede Küste eine allmähliche Neigung bis zu 200 m, dann ein steileres Abbrechen erkennen ließe. Diese Meinung wird noch dadurch bestärkt, daß die Mehrzahl der Peilungslinien mit der Tiefe von 100 F. aufhören, daß größere Tiefen nur sporadisch gelotet werden. Dem praktischen Seemann bietet das tiefere Fahrwasser keine Gefahren und daher kein Interesse und eine Küste, welche bis zu 100 F. genau durchlotet wurde, ist für nau-

1) l. c.

tische Zwecke gründlich durchforscht und bekannt — nicht so für unsere Studien. Es ist ein Irrtum, wenn man die Hundertfadenlinie gleichmäßig um alle Küsten zieht und daraus schließen will, daß überall auch eine Hundertfadenstufe vorhanden sei, die Verhältnisse der Küstenabdachung sind zwar gesetzmäßig, aber ebenso mannigfaltig als die Morphologie der Kettengebirge.

Auf die Küstengebiete Süditaliens läßt sich das Schema der Hundertfadentiefe nicht anwenden, der innere Golf von Neapel ist allerdings 200 m tief und hier ganz gleichmäßig gestaltet, dann folgen größere Tiefen und ein viel differenziertes Bodenrelief, aber der Golf von Salerno sinkt von Positano [1]) südlich zu 8, 15, 32, 44, 51, 52 Faden, dann steigt der Meeresboden zu 36 F., tritt in einer Klippenreihe längs der ganzen Küste nahe an den Meeresspiegel, die Felseninseln Galli, Rotonda und Castellucia treten aus den Wellen hervor, dann erfolgt sofort ein Absinken zu 363, 385, 422 F. und wahrscheinlich noch größeren Tiefen. Die Deutung, welche ich in einer brieflichen Mitteilung [2]) dem geschilderten Profil gegeben habe, als einem staffelförmigen Absinken, halte ich nach weiteren genauen Studien auch heute noch aufrecht. Hier ist die Küstenstufe, wenn man von einer solchen sprechen darf, durch Verwerfungen gebildet und keine Erosions- oder Brandungsform.

Die Meerenge von Gibraltar [3]) ist zwischen 5° 40′ und 6° 15′ Oe. L. gleichmäßig gebaut wie ein Becken, die Horizontalen von 200, 300, 400 F. folgen in ihren Abständen und Biegungen genau der Küstenlinie und der Hundertfadenlinie und erst im östlichen Teile läßt sich eine flache Küstenstufe von einem steileren Einfallen jenseits der Hundertfadenlinie trennen und unterscheiden.

Ein Profil durch die Floridastraße von Sandkey nach Havana [4]) zeigt von Nord nach Süden eine fast völlig proportionale Tiefenzunahme von 950 F. auf eine Strecke von 1° 15′, dann aber steigt die Küste von Cuba in 10′ empor, das ist eine anfängliche Senkung von 13 F. pro Minute, dann eine Steigung von 95 F. pro Minute, aber beides gleichmäßig ohne Küstenstufe.

Diese drei Beispiele mögen hier genügen, um zu beweisen, daß die Hundertfadenlinie und die Hundertfadenstufe keine ausnahmslose Erscheinung sei, daß ihr kontinuierlicher Verlauf auf den Seekarten

1) Gulf of Naples 1857—78. Bl. 1728.

2) Zeitschr. d. d. geol. Gesellsch. XXXVII Heft 2.

3) Strait of Gibraltar 1859. Bl. 142 und Gibraltar to Alicante 1877. Bl. 2717, auch Stieler Handatlas Bl. 35a.

4) Straits of Florida (General Chart of the Coast) X.

nur ein praktisches Merkmal ist und keine wissenschaftliche Thatsache verbürgt. Die Hundertfadenlinie fehlt an manchen Küstenteilen.

Auf die wechselnde Breite der Hundertfadenstufe macht schon v. Richthofen aufmerksam. An der Westküste von Cornwall ist sie 550 km breit, an der Südküste von Norwegen kaum 10 km[1]). Auf der Westküste von Florida[2]) beträgt der Abstand der Hundertfadenlinie von der Küstenlinie 2° 40′, auf der Ostküste nur 5′. Am auffallendsten ist der Breitenunterschied der Küstenstufe an den Küsten Südamerikas. Während dieselbe auf der Westseite des Kontinentes kaum bemerkbar die Küste säumt, erreicht sie zwischen Rio de Janeiro und dem Feuerland eine Breite von 5—8°, an den Falklandsinseln sogar gegen 12 Längengrade. Die Hundertfadenstufe oder „Küstenstufe", d. h. der Abstand zwischen Küstenlinie und Hundertfadenlinie oder „Kontinentallinie" ist an benachbarten Küsten von sehr wechselnder Breite. Das zuletzt genannte Beispiel erläutert aber noch ein anderes Verhältnis: Wenn die Küstenstufe aus aufgeschüttetem Material bestünde, so müßte sie in einem gewissen Sinne abhängig sein von Meeresströmungen. Denn, wenn eine Strömung an einer halbinselartigen Landbarrière vorbeizieht, so müßte auf der Leeseite mehr transportiertes Material abgesetzt werden, als auf der der Strömung zugewandten Küste. Eine Thatsache spricht allerdings für das eben Gesagte. Denn die Halbinsel Yukatan[3]), an welcher der Golfstrom vorbeiströmt, besitzt auf ihrer Ostseite eine überaus schmale Küstenstufe. Bei der Arrowsmithbank in 21° N. Br. verbreitert sich dieselbe ganz rapid[4]) und erreicht nördlich beim Eintritt des Golfstroms in den Golf von Mexico fast 2½°. Allein das Verhältnis ist gerade umgekehrt beim Austritt des Golfstroms zwischen Florida und Cuba. Die Küstenstufe ist auf der dem Golfstrom zugewandten Seite von Florida 2° 40′ breit, auf der Leeseite der Halbinsel dagegen nur $\frac{1}{32}$ der genannten Breite, also gerade umgekehrt, wie es die Theorie verlangte.

Die Kontinentallinie längs der Ostküste von Nordamerika zeigt drei stärkere Ausbuchtungen unter 27°, 29°, 33° N. Br.:

1) Stieler Handatlas Bl. 15 a.
2) East coast of North America from New York to Florida street. 1874.
3) Gulf of Mexico Westindies Sheet 4. 392 d.
4) Cast of Yukatan Sheet I. Bl. 1205.

die als „Cold Wall of the Gulf stream"[1]) bezeichnete Außenströmung des Golfstromes geht geradlinig über diese Ausbuchtungen hinweg, sie folgt also weder dem Bodenprofil, noch bedingt sie dasselbe. Endlich bieten die Mündungsgebiete der größeren Flüsse das beste Objekt, um zu beweisen, daß lockeres Material nur eine lokale Bedeutung besitzt für die Gestalt des Küstenabfalls. Das Sediment des Amazonenstromes reicht nur wenig seewärts, denn nach 2° Küstenabstand[2]) kommen Lotungen von 500 und 2010 F. und die Kontinentallinie zieht ganz gleichmäßig über das Mündungsgebiet dieses Flusses hinweg. An der Senegalmündung[3]) fehlt die Kontinentallinie und an dem Delta des Mississipi wie des Ganges kann man sich überzeugen, wie wenig dasselbe der Annahme entspricht, daß lockeres Material als Küstenstufe längs der Kontinente aufbereitet werde.

Es dürfte wohl kaum bestritten werden können, daß Schuttmassen, welche dem Meere zugeführt werden, sich als eine Schutthalde auch an den Küsten anhäufen und daß durch die oberflächliche Wellenbewegung bis zu wechselnder Tiefe ein Profil entstehen kann, welches dem Profil der Küstenstufe entspricht. Allein es fragt sich, ob diese Schutthalden jene Ausdehnung und jene überaus wechselnden Dimensionen erhalten können, welche die Küstenstufe thatsächlich besitzt, und das Fehlen der Küstenstufe ist unter solcher Voraussetzung besonders schwierig zu erklären. Außerdem erfolgt beim Vorhandensein einer Küstenstufe der Übergang der flachen in die steile Neigung so rasch, wie er unter Meer aus Schutt kaum entstehen und beharren dürfte. Endlich aber spricht noch eine gewichtige Thatsache dagegen. Ich habe im Verlauf meiner Auseinandersetzungen das Wort Hundertfadenlinie allmählich durch Kontinentallinie und Hundertfadenstufe durch Küstenstufe oder Kontinentalstufe ersetzt, um eine Ideenassociation zu vermeiden, welche nahe lag, daß nämlich jene Grenze stärkeren Küstenabfalls immer in der Tiefe von 100 Faden liege. Ebenso wie die Hundertfadenlinie fehlen kann, so kann sie sich auch in eine Fünfhundertfadenlinie verwandeln, mit anderen Worten, der steile Küstenabfall ist an keine bestimmte Tiefe unter dem Meeresniveau gebunden. Allein diesen Satz im einzelnen überall nachzuweisen, ist vorläufig nicht mög-

1) East Coast of North America 1874.
2) South America East coast Sheet III.
3) North Atlantic Ocean 1883. Bl. 2059.

lich. Die Seekarten sind in diesem Sinne nicht objektiv genug, die Lotungen hören oft in der Tiefe von 100 F. auf und werden dann spärlich und ungenau und so sind es gegenwärtig nur die europäischen und Mittelmeerküsten, welche vereinzelte Beiträge zu diesem Kapitel liefern. Westlich von Irland erfolgt der Küstenabfall in 500 F. Tiefe (Procupinebank) und diejenige Isobathe, welche Cypern mit Kleinasien verknüpft und jenseits deren der Steilabfall beginnt, ist ebenfalls 500 F. tief. Wenn erst die deutsche Kriegsmarine so genaue und sorgfältige Karten aus fremden Meeren liefert, wie wir sie jetzt von Nord- und Ostsee besitzen, dann wird auch auf diese interessante Frage Licht geworfen werden.

Alles das aber, was ich bisher vorgebracht habe, und viele weitere Thatsachen, welche sich denselben anschließen, beweisen, aß die Küstenstufe nicht durch aufgeschüttetes Material entstand, wir werden später sogar nachzuweisen versuchen, daß sie wesentlich von anstehendem Fels gebildet wird.

Allein wenn die Küstenstufe nicht aus lockerem Material besteht, so wäre denkbar, daß sie wesentlich Abrasionsform sei, daß also die Breite der Küstenstufe einen Schluß machen lasse auf das Alter einer Küste. Je weicher ein Küstengestein ist, um so leichter kann es die Brandung bearbeiten, und vulkanische Inseln müßten dann am deutlichsten und schärfsten die Küstenstufe erkennen lassen. Als Beleg für eine solche erodierte Küstenstufe möchte ich die vulkanische Insel Galita anführen an der Küste von Tunis [1]). Die Lotung von Kap Serrat über Galita hinaus läßt folgende Tiefen erkennen: 15, 76, 90, 104, 81, 59, 40, 45, 36, Galita 14, 53, 65, 145, 240, 1092 Faden. Also allmähliches Sinken der Küste, darauffolgendes Ansteigen der vulkanischen Insel (Taf. X, Fig. 2), welche sich auf einem 60—100 Faden tiefen Plateau erhebt, das seewärts aus 1394 Faden steil ansteigt. Aber an anderen vulkanischen Inseln habe ich trotz aller Sorgfalt kein derartiges Profil finden können. Gewöhnlich besitzen die ozeanischen Vulkane unter Meer eine fast ebenso steile gleichmäßige Böschung, als über dem Wasserspiegel und die Erscheinung der Küstenstufe, welche an den Grenzen der Kontinente so regelmäßig auftritt, fehlt an isolierten Inseln fast ebenso regelmäßig. (Siehe Taf. X, Fig. 3).

Ebenso wenig wie die Annahme von lockeren Schutthalden das Problem der Küstenstufe löst, so vermag auch die Abrasion

1) Sardinia to Malta 165.

der Brandung für sich das Problem nicht aufzuklären, und, wie so oft, werden wir auch hier zu der Anschauung geführt, daß verschiedene Faktoren gemeinsam zusammenwirken.

Indem wir nun zurückblicken auf das, was wir bisher festgestellt haben, kommen wir zu folgendem Resultat: Die Küsten der meisten Meere zeigen ein allmähliches Zunehmen der Meerestiefe bis gegen 100 Faden, dann wird der Böschungswinkel wesentlich steiler. Die Grenze der auf solche Weise abgegrenzten Kontinentalstufe, welche wir mit dem Namen Kontinentallinie bezeichnen, ist jedoch an die Tiefe von 100 Faden nicht gebunden und kann auch in anderen Tiefen verlaufen. An manchen Küsten scheint die Kontinentalstufe überhaupt zu fehlen. Es ist nicht anzunehmen, daß diese Böschungsform durch lockeres Schuttmaterial entstand, noch daß es eine bloße Erosionsrinne sei. Dagegen harmoniert die Thatsache der Kontinentalstufe vollständig mit der Annahme, daß die Kontinente von Flexuren umgeben seien, denn dann muß infolge der Dehnung aller Schichten über der Normalebene des Antiklinalsattels der Flexur und bei der hohen Erosionskraft des Meeres in der Brandungszone ein Spaltenthal entstehen, welches längs der Küsten verläuft. Das Fehlen der Kontinentalstufe erklärt sich dadurch, daß an solchen Stellen die Küstenflexur in eine Verwerfung übergegangen ist oder durch eine noch näher zu untersuchende Verschiebung des Meeresniveau. Die Breite und Tiefe der Kontinentalstufe ist abhängig von dem Krümmungshalbmesser der Schichtenbiegung.

3. Die Wallriffe.

Es ist überaus schwierig, die Untergrundverhältnisse genau zu ermitteln, welche günstig sind für das Wachstum der Korallenriffe. Denn indem ein Korallenlager entsteht, ist es als solches nicht zu erkennen, und wenn es seine Bildungshöhe erreicht hat, so ist der Untergrund verdeckt. An vereinzelten Stellen tropischer Küsten hat man pleistocäne Riffe gefunden. Ich beziehe mich hier wesentlich auf Ehrenberg, welcher über ein Jahr hindurch am Roten Meere weilte und die dortigen Riffe untersuchte [1]). Auf S. 46 sagt der Autor: „Die lebenden sowohl toten Korallenstämme bilden nirgends im roten Meer übereinander gehäufte hohe Lagen, sondern sie geben nur den einfachen Überzug der meisten unter-

1) Über die Natur und Bildung der Koralleninseln im roten Meer. Berlin 1834.

seeischen Felsen ...... Nur Felsboden zeigte dichten Korallenüberzug, im Sande fanden sich keine, oder nur kümmerliche, verschlagene Korallen".

In anderen Korallengebieten sind ähnliche Beobachtungen gemacht worden, und nachdem an verschiedenen jung entblößten Riffen die geringe Mächtigkeit derselben nachgewiesen worden war, hat man verallgemeinert und sucht im Gegensatz zu Darwin alle Korallenriffe für flache Krusten zu erklären. Die 1000 m mächtigen Korallenkalke der Alpen sollten vor solchen Schlüssen zurückhalten, und wenn für eine Reihe von Riffen die geringe Mächtigkeit nachgewiesen wurde, so darf dieses Urteil noch immer nicht auf alle Fälle angewandt werden.

Ich mußte diese Worte vorausschicken, um den Verdacht zu beseitigen, als ob ich verallgemeinern wolle, was ich für eine Anzahl von Fällen nachweisen kann, daß gewisse Korallenriffe nur eine geringe Mächtigkeit besitzen.

Beschäftigt mit einer geologischen Durchforschung des Golfes von Neapel, hatte ich mir die Aufgabe gestellt, die Verbreitung und Entstehung der Sedimente zu untersuchen und die Bildung aller jener Reliefformen des Meeresbodens zu studieren, welche für das Tierleben im Golfe von beeinflussendem Werte sind. Im Golfe von Neapel und dem von Salerno sind Kolonien von Corallium rubrum nicht selten und die Standorte desselben sind wohlbekannt. Diejenigen Stellen, auf denen Korallen gefischt werden, haben immer einen felsigen Untergrund. Es ist wohl schwierig, den Meeresgrund in Tiefen von 60—250 m sicher beurteilen zu wollen, allein es giebt Wege genug, um indirekt zu einem Schlusse zu kommen. Und auf Grund langer sorgfältiger Studien habe ich dort erfahren, daß jene Felsen, auf denen Korallen wachsen, entweder von Schichtenköpfen des Apenninkalkes, oder von Denudationsresten vulkanischer Inseln gebildet werden. Die Korallen fehlen stets, wo der Boden gleichmäßig eben ist und wo Schichtentafeln denselben bilden.

Eine Frage bleibt immer noch zu lösen, nämlich, ob nicht die Korallenkolonien, welche an einer kleinen Klippe zu wachsen anfingen, im stande sind, sich zu verbreitern und auszudehnen auf benachbartes nichtfelsiges Terrain. Die Korallen-Fischer von Castellamare bei Neapel verkaufen fußgroße Stücke eines Korallengesteins von der Korallenbank bei Sciacca zwischen Sizilien und Afrika. Diese Bank liefert bekanntlich die meisten Edelkorallen, merkwürdigerweise aber sind alle dort ge-

fundenen Korallen abgestorben (vielleicht infolge der Eruption von San Ferdinandea). Jenes Korallengestein besteht aus Zweigen von Corallium, von Oculina, von Dendrophyllia, dazwischen liegen Echinodermenfragmente, viele Megerlea und andere Reste, welche alle zu einem maschigen, aber sehr festen Gestein verkittet wurden. Diese Stücke können wohl als Belege dafür dienen, daß am Meeresgrund durch die Thätigkeit der Korallen selbst eine Art Rost entstehen kann, welcher der Kolonie erlaubt, auch auf nichtfelsigem Terrain weiter zu wachsen. Aber auch für solche Fälle glaube ich annehmen zu sollen, daß das Wachstum an felsigen Stellen begonnen habe. Und es scheint mir wichtig, darauf hinzudeuten, daß zu den beiden Faktoren, welche Darwin, Dana und andere Forscher als notwendig erkannten für das Leben der Riffkorallen, noch eine dritte Vorbedingung hinzugefügt werden müsse, daß tropische Breite, geringe Meerestiefe und felsiger Untergrund zusammenwirken müssen, wenn ein Korallenlager gedeihen soll. Fehlt einer dieser Faktoren, so können auch keine Korallenriffe entstehen und ich zweifle nicht, daß es auf solche Weise gelingen wird, die rätselhafte Verteilung der Korallenriffe in den Ozeanen zu erklären. Folgende Thatsachen mögen als Vorstudien für eine derartige vergleichende Arbeit gelten.

Das bekannteste und typische Wallriff befindet sich auf der Ostküste Australiens[1]), es ist das Great barrier ref. Als oft unterbrochener Gürtel folgt es der Küste (s. Taf. XII, Fig. 2), die Lücken aber zwischen den einzelnen Riffstrecken werden von der Hundertfadenlinie eingenommen. Zwar ist der darauffolgende Steilabfall nicht so tief wie an afrikanischen oder amerikanischen Küsten, aber an mehreren Stellen werden doch Tiefen von 1400 Faden angegeben (Taf. XII, Fig. 2). Jedenfalls darf als sicher betrachtet werden, daß das Great barrier ref auf dem Gebiete der Kontinentalstufe gewachsen ist.

Ein Gleiches gilt für die ostafrikanische Küste. Sansibar[2]), eine Koralleninsel, liegt innerhalb der Kontinentalstufe. Das schönste Beispiel bietet das Rote Meer, allein das dortige Profil (Taf. XI, Fig. 4) wird durch eine neue Erscheinung kompliziert oder vielleicht besser vereinfacht, welche wir im folgenden Abschnitt spezieller besprechen werden. Ich will daher nur hervorheben, daß auch die Korallenriffe des Roten Meeres auf den Gebieten der

1) Western Pacific Chart 2 1886.
2) Kilwa Pt. to Zanzibar Channel 1876 Bl. 662.

Kontinentalstufe wachsen. Ein Gleiches gilt von den Korallenriffen des Golfes von Mexico, dessen Topographie wir oben schilderten.

Wenn unsere Erklärung der Kontinentalstufe als eines Spaltenthales die richtige ist, so muß das Gebiet derselben von den Schichtenköpfen des gesenkten Antiklinalflügels gebildet werden; dieser Schluß wird bestätigt durch die Anordnung der Wallriffe von Australien, Zentralamerika und Afrika, welche auf der Kontinentalstufe gewachsen sind und mit großer Wahrscheinlichkeit den Schluß erlauben, daß die Kontinentalstufe von anstehenden Felsklippen gebildet wird.

Wir werden somit zu der Anschauung geführt, daß die genannten Korallenriffe eine nur geringe Mächtigkeit besitzen, vielleicht nur wenige Meter unter den Meeresspiegel hinabreichen.

Und wenn es wahr ist, was aus den vorhandenen Peilungen hervorzugehen scheint, daß die Westküste des tropischen Südamerikas keine Kontinentalstufe besitzt, so ist das Fehlen von Barrièrenriffen daselbst genügend erklärt; warum die Westküste Afrikas keine bedeutenden Korallenriffe besitzt trotz der Anwesenheit einer Küstenstufe, ist freilich noch zu erklären, vielleicht war die Vulkanreihe ein Hindernis des Korallenwachstums; oder spielt das Alter des Meeresbeckens und die Tiefe der Kontinentalstufe eine wichtigere Rolle?

4. Die Küstenvulkane.

Die Hundertfadenstufe konnten wir als den antiklinalen Teil einer Flexur erklären und das, was wir als den Ausgangspunkt der Erörterungen voraussetzten, das wurde im Verlaufe derselben bewiesen: daß die meisten Küsten von einer Flexur gebildet werden, wir fanden zweitens in den Thatsachen einiger bedeutender Wallriffe Beweise dafür, daß die Kontinentalstufe aus anstehenden Felsen gebaut ist. Allein wir haben den Beweis für die Anwesenheit von Flexuren nur an der Antiklinalhälfte durchgeführt und müssen nun die synklinalen Teile der Küstenflexuren einer Prüfung unterwerfen. Das Vorhaben ist ungleich schwieriger, denn die Lotungen jenseits der Hundertfadenlinie sind spärlich und das Meer ist tief.

In dem einleitenden Kapitel hatten wir S. 6 folgendes feststellen können: „Die antiklinalen Spaltenthäler sind nur unter der Annahme zu erklären, daß der Schichtenverband über der Normalebene gelockert wurde, und so werden wir zu der Überzeugung gebracht, daß bei synklinaler Schichtenbiegung eine Lockerung der

Schichten unterhalb der Normalebene stattfinde. Mag sich diese Lockerung in einfacher Cohäsionsverminderung oder in der Bildung wirklicher Spalten äußern, die Notwendigkeit ähnlicher Erscheinungen wird zugegeben werden müssen."

Man hat sich heute zu der Anschauung gewöhnt, daß vulkanische Eruptionen abhängig sind von tektonischen Störungen; und obwohl die hier vorgelegten Studien den Zweck haben, neue und tektonisch präzisere Beweise für jenen Grundgedanken zu bringen, so wollen wir ihn doch jetzt aus methodischen Gründen als die Voraussetzung unserer Darlegung betrachten. Das eruptive Material der Tiefe steht unter dem Druck der umspannenden Rinde und vermag nur da flüssig zu werden und emporzudringen, wo eine Festigkeitsverminderung in der Erdrinde eintritt und der Druck nachläßt. Die Eruption ist davon abhängig und wird um so leichter erfolgen, je tiefer die Lockerung unter der Erdoberfläche hinabreicht. Somit wird bei antiklinaler Schichtenbiegung der ungünstigste Fall vorliegen. Denn hier tritt eine oberflächliche Lockerung der Schichten ein, während alle Schichten unter der Normalebene zusammengepreßt und dichter werden. Und obwohl ältere Vulkanschemata (bis auf das bekannte Schema der Erhebungskrater) eine antiklinale Stellung der Schichten um den Eruptivschlund postulieren, so bezweifle ich entschieden, ob auch nur ein sicherer Fall solcher Art beobachtet worden ist.

Eine Eruption wird um so leichter und nachhaltiger erfolgen können, je mehr sich die daselbst vorhandene Dislokation einer synklinalen Schichtenstörung nähert. Bei allen tektonischen Senkungen aber werden synklinale Schichtenbiegungen ausgeführt. Inmitten der Einsturzkessel, welche die Westküste Italiens säumen, befinden sich Vulkane, der Kessel des Ries ist ein Schauplatz vulkanischer Thätigkeit gewesen; die Euganeen tauchen aus der lombardischen Ebene und vulkanische Inseln umgrenzen das Mittelmeer. So konnte Süss[1]) das Wort aussprechen: „Wir sind gewohnt vulkanische Erscheinungen an Senkungen auftreten zu sehn." Ob dieser Erfahrungssatz allgemeine Gültigkeit habe, wollen wir im letzten Abschnitte besprechen, hier genüge uns die Thatsache, daß Vulkane an Senkungen auftreten, und daß bei Senkungen eine synklinale Schichtenstellung das Empordringen eruptiven Materials erleichtert.

1) Antlitz der Erde Bd. I S. 198.

In allen den Fällen, wo Küstengebiete genau durchlotet und wohlbekannt sind, kann man nachweisen, daß die Küstenvulkane jenseits der Hundertfadenlinie aus der synklinalen Mulde der Küstenflexur emporsteigen.

Die Ponzainseln erheben sich jenseits der Continentalstufe, desgleichen treten die Liparen und Ustica aus Tiefen von 1000 Faden zum Meeresspiegel empor. Pantelleria[1]) steht in dem Winkel der breiten sizilischen und afrikanischen Küstenstufen auf 400 Faden Tiefe, Linosa ausserhalb der Stufe aus 300 Faden, Lampedusa steht auf der Grenze der Stufe, wahrscheinlich ist sie durch Aufschüttung mit dem Continent verbunden. Das Aufsteigen Galita's aus 1394 Faden Seetiefe jenseits der Kontinentalstufe zeigt das schon besprochene Profil (Taf. X, Fig. 2). Die kleinen Vulkane der nordafrikanischen Küste stehen ebenfalls am Rande der Stufe. Die kanarischen Inseln zeigen geradezu typische Verhältnisse und das Profil (Taf. XI, Fig. 3) von Cap Juby über Fuerte ventura spricht für sich. An diesen, wie an weiteren Profilen wurde eine punktierte Linie als die Basis des Vulkanes nach den Lotungen beiderseits der Vulkaninsel eingezeichnet, welche somit dem Bodenprofil entspricht, auf dem der Vulkan aufgeschüttet wurde. Die Azoren und Kap Verdischen Inseln liegen zu fern von der Küste, um über ihr Verhältniss zu derselben einen Schluß machen zu können. Dafür habe ich ein Profil (Taf. X, Fig. 3) gegeben[2]), um den sanftwelligen Boden zwischen San Miguel und Terceira zur Darstellung zu bringen, welcher keine Erosionsformen erkennen läßt, die der Küstenstufe entsprächen.

Sehr belehrend ist wieder ein NW—SO Profil im Golfe von Guinea quer über Fernando Po[3]), welcher zeigt, wie die vulkanische Inselreihe St. Thomas-Kamerunberg aus einem muldenförmigen Graben heraustritt. Die Komoroinseln stehen jenseits der afrikanischen, die Inseln Mauritius und Bourbon jenseits der madagassischen Kontinentalstufe.

Das Profil (Taf. XI, Fig. 4) ist quer durch den südlichen Teil des Roten Meeres gelegt, dort wo die vulkanischen Inseln Jebel Teir und Jebel Zebayir aus 250 Faden emporsteigen[4]). Die beiden Küsten werden begrenzt von dem hier sehr breiten

---

1) Sardinia to Malta including Sicily Bl. 165.
2) Nach Azores Bl. 1950.
3) Nach West Coast of Africa Sheet XIX. Bl. 1357. 1876.
4) Nach Red Sea Sheet 4. 1873. 8 d.

Gebiete der Kontinentalstufe, besetzt mit Korallenriffen und Tiefen von 26—40 Faden, beiderseits von Zebayir sind Tiefen von 226 und 225 Faden gelotet. Die Beziehungen der Riffe und der Vulkane zu den einzelnen Teilen der Doppelflexur bedürfen keiner Erläuterungen. Das Ganze beweist nur, daß dieser Teil des Roten Meeres kein durch Brüche abgeschnittener Graben, sondern eine Grabenmulde ist. Über die Vulkane der Sundainseln, der Philippinen, Japans und der Kurilen [1]) darf ich nicht sprechen, denn hier sind die mir zugänglichen Seekarten für diesen Zweck durchaus ungenügend; dafür ist das Behringsmeer mit den Aleuten ein guter Beleg für die hier vertretenen Anschauungen. Wie Taf. X, Fig. 1 zeigt [2]), finden sich in der Behringssee, deren östlicher Teil sehr genau durchlotet ist, Tiefen von 30—100 Faden, das ganze Gebiet ist Flachsee und gehört zur Küstenstufe. Gegen Süden, nahe an der vulkanischen Inselreihe erfolgt ein ganz rapider Absturz zu 900—1200 Faden, jenseits dessen die Aleuten mit ihren Krateren aus dem Meere heraustreten. Südlich der Aleuten nimmt die Tiefe des Meeres von 1000 Faden stetig zu. Zwischen den einzelnen Aleuten sind ebenfalls Tiefen von 900 Faden gelotet, ein Beweis, daß dieselben nicht auf einem submarinen Kamme, sondern in der Tiefe einer topographischen Mulde stehn. Ostamerika trägt eine Vulkanreihe nicht jenseits sondern auf der Küste, welche Verhältnisse hier walten, kann ich nicht bestimmen. Dagegen ist das Profil vom Cap St. Roque über Fernando Noronnha nach dem bekannten Schema gebaut. Über die Vulkane der Antillen haben wir im nächsten Abschnitte zu handeln. Ich glaube aber durch die hier gebrachten Thatsachen den Satz genügend belegt zu haben: daß die Küstenvulkane an den synklinalen Teil der Küstenflexur gebunden sind, und daß die regelmäßige Anordnung der Eruptivpunkte jenseits der Hundertfadenlinie ein neuer Beweis dafür ist, daß die Küsten meist von Flexuren gebildet werden.

5. Ozeanische Gräben und Brüche.

Große Gebiete des Festlandes sind durch Vegetationsdecken dem prüfenden Auge des Geologen verborgen und nur schwer vermag er die tektonischen Grundzüge einer solchen Gegend zu

---

1) The Kurile Islands Bl. 2405.
2) Nach Pacific Ocean Sheet 2 Bl. 2460.

entziffern. Wie viel schwieriger ist es die Tektonik des Meeresgrundes enträtseln zu wollen und den Bau von Gebieten zu beurteilen, welche dem Auge und der Beobachtung durch große Wassermassen und junge Sedimente entzogen werden. Und doch bietet gerade das dunkle unerforschte Meer die anziehendsten Probleme und verleitet zu kühnen, vielleicht voreiligen Schlüssen. Wenn aber längere Beschäftigung mit dem Meeresgrund, wenn eine große Zahl eigener Peilungen und das sorgfältige Studium von etwa 1200 Seekarten ein gewisses Recht zum Urteil geben, so darf ich es wagen den unsicheren Boden zu betreten.

Die Ozeane sind Depressionsgebiete, sie werden von Flexuren, an manchen Küsten wohl auch von Brüchen umgeben — das haben wir bisher nachzuweisen vermocht. Depressionen aber werden heute aufgefaßt als eine Folge der Schrumpfung der Erdrinde. Die Volumenverringerung des Erdinnern soll sich auf der Erdrinde in lateralen Faltungen, also tangentialer Bewegung, oder im Sinken einzelner Schollen, also radialer Bewegung äußern. Aber in welchem Verhältnis stehen tangentiale und radiale Bewegungen zu einander? Vertreten und ersetzen sie sich gegenseitig, oder stehen sie in einem causalen Abhängigkeitsverhältnis? Welches ist Ursache, welches Folge? Vielleicht ist die Gegenwart noch nicht berechtigt diese Frage zu beantworten, ehe nicht die tektonischen Züge des Antlitzes der Erde vollendet ausgearbeitet sind; aber stellen darf man die Frage und auf das darin enthaltene Problem hinweisen. Wenn gesenkte Gebiete später gefaltet werden, oder wenn tangential dislozierte Rindenteile später radialen Bewegungen unterworfen werden, so sind diese beiden Bewegungsarten nicht solche, welche sich gegenseitig vertreten, sondern sie müssen dann in einem anderen Verhältnis zu einander stehn.

Unter den Reliefverhältnissen des Meeresgrundes sind nächst den Formen der Kontinentalstufe vor allem anderen jene schmalen Senkungsrinnen auffällig, welche ich als Gräben deuten und bezeichnen möchte.

Während die Nordsee eine ziemlich gleichmäßige Tiefe von nicht unter 100 Faden besitzt, und Skandinavien steil mit schmaler, oder vielleicht ohne Küstenstufe absinkt, zieht sich vom Nordfjord ab ein 2° breiter Graben der norwegischen Küste entlang von Bergen nach Stavanger, Kristianssand und endet zwischen Udevalla und der jütländischen Nordspitze. Der Graben ist durchschnittlich 500 Faden tief und bildet eine parabolische Figur.

Als einen Graben fast Süss die Meeresenge von Messina

auf; es ist interessant zu sehen, wie zwischen Catania und Syrakus der Graben längs der sizilianischen Küste sich fortsetzt, denn während dort nahe der Küste Tiefen von 1600 Faden gelotet werden, zieht parallel derselben eine Bank von nur 30 Faden Tiefe[1]). S. Taf. XII, Fig. 1. Der 3200 m tiefe Graben ist von steilen Wänden, also von Verwerfungen begrenzt und bildet die Verlängerung der Meerenge von Messina. Ein ganz ähnlicher Graben findet sich an der südamerikanischen Küste von Rio Janeiro[2]) zwischen 10° und 17° S. Br.; die Hotspurbank, welche ihn vom atlantischen Ozean trennt, liegt 55—170 Faden tief, der Graben durchschnittlich 800 Faden.

Zwischen Cuba und der Bahamabank verläuft ebenfalls ein ziemlich tiefer und abschüssiger Graben; Cuba, Jamaica und St. Domingo haben so scharfe und steile Ränder, daß es Horste sein müssen von Brüchen umgeben. So lotet man von Jamaica nach Santiago de Cuba[3]): 800, 1100, 1419, 1337, 1461, 1612, 1737, 2147, 3138, 2636, 1311, 507 Faden, ohne Andeutungen einer Küstenstufe.

Ein ganz merkwürdiger Graben dringt südlich der kleinen Sundainseln bis 133° Östl. L. vor. Der Golf von Carpentaria[4]) ist nur 36 F. tief, die Arafurasee nur 80 F. Südlich von Moa, Sermattan, Masella, Timorlaut dringt nun eine schmale, aber 1700 Faden tiefe Rinne herein. Von dieser schmalen und verhältnismäßig kleinen Depression abgesehen, ist Neuguinea mit Australien topographisch eng verbunden durch ein von seichtem Wasser bedecktes ebenes Gebiet, während Kaiser Wilhelms Land aus 2000 Faden steil emporsteigt.

Diese kurzen Angaben mögen genügen, um darauf hinzuweisen, daß auch am Meeresgrund die schärfsten Niveauunterschiede vorkommen, daß tiefe und schmale Gräben in flache Meeresbecken einschneiden, oder in parallelem Zuge die Küste begleiten. Ich führe diese Thatsachen an, um auf die Mannigfaltigfaltigkeit der tektonischen Verhältnisse hinzuweisen und die Anschauung zu bestätigen, daß Verwerfungsbrüche auch am Meeresgrund eine Rolle spielen und somit wahrscheinlich auch manche

---

1) Sardinia to Malta including Sicily Bl. 165.

2) South America east coast Sheet V. Pernambuco to Brazil Bl. 529.

3) West India Islands and Caraibbean Sea Sheet III. Bl. 763.

4) Australia Northern Portion 1862—75 Bl. 2759.

Küsten nicht von Flexuren, sondern von Verwerfungen umgeben werden. Ist aber das letztere der Fall, so muß Küstenstufe und Küstenvulkan fehlen und die Küste in gleichmäßiger Böschung absinken, aber ein Barrièrenriff kann sich auf den Schichtenköpfen des hängenden Bruchrandes recht wohl bilden.

Besonders eigentümliche Verhältnisse zeigt Mittelamerika. Topographisch besteht das amerikanische Mittelmeer aus drei einzelnen Becken, zwischen denen Züge von Inseln stehen blieben. 1) Der Golf von Mexico, nach Süden begrenzt durch die Misteriosabank und die Kaimansinseln. 2) Die See von Cuba nach Süden begrenzt durch den Inselzug Honduras — Rosalindbank — Serranillabank — Pedrobank — Jamaika und 3) das Caraibische Meer.

Von den schon erwähnten Steilrändern der großen Antillen und den breiten Küstenstufen bei Yukatan und Florida abgesehen, bieten die beiden ersten Becken wenig Interesse, sehr eigentümlich dagegen ist das Caraibische Meer gestaltet. Es bildet[1]) eine längliche Schale von gleichmäßiger Tiefenzunahme bis 2680 Faden, rings umgeben von flachen Rändern. Jenseits der Landenge von Panama ebenso wie östlich der kleinen Antillen sinkt das Meer steil bis über 3000 F. hinab. Am besten durchlotet ist der östliche Teil bei den Antillen und nach den neuesten Angaben wurde das Profil auf Taf. XI, Fig. 1 entworfen, welches SW—NO über Monserrat nach Antigua, dann (besserer Lotungen wegen) S—O von Antigua über Barbuda führt.

Das Profil schneidet die bekannte dreifache Inselreihe der kleinen Antillen; die innere Reihe (Monserrat) ist vulkanisch, die mittlere von Süss als mittelamerikanische Cordilliere bezeichnete Inselreihe besteht aus älteren Sedimentgesteinen, die äußere aber aus jüngsten Bildungen, darunter auf Barbados das bekannte Radiolarienlager. Das isolierte Auftreten eines heute nur in den größten Tiefen sich bildenden Sedimentes erlaubt den Schluß, daß das betreffende Gebiet einst in großer Meerestiefe gewesen, später aber aktiv oder passiv gehoben worden sei. Gegen eine passive Hebung spricht die Thatsache des isolierten Vorkommens am Außenrande eines Beckens. Denn wenn Barbados nur durch den Rückzug des Meeresspiegels entblößt worden wäre, so müßten sich verwandte Tiefsee-Sedimente an benachbarten Stellen auch finden. Vielleicht aber sind die Verhältnisse des neapolitanischen

1) West India Islands and Caraibbean See. Sh. II. Bl. 762.

Beckens geeignet, das Rätsel seiner Lösung näher zu bringen, und ich verweise auf Profil Taf. XI, Fig. 2, welches NW—SO durch den Golf von Neapel und den Golf von Salern gelegt wurde. Der mittlere trennende Horst, die Halbinsel von Sorrent, ist der Bruchrand eines Beckens, welcher die Steilwand eines zweiten Beckens bildet. Die Bohrmuscheln, welche sich dort in 200 m Höhe finden, die durch Meereserosion entstandenen domartigen Grotten, welche auf der Südküste der Halbinsel von Sorrent in ungefähr 450 m und 200 m scharfe Horizonte bilden, sind Beweise für die bedeutende Verschiebung des Meeresstrandes an dieser Küste. Die Vulkane von Neapel stehen innerhalb des Beckens an einer Stelle synklinaler Schichtenbiegung; jenseits des Horstes von Sorrent auf den submarinen Klippen wachsen reichlich Kolonien von Korallen.

Die Übereinstimmung dieses Profiles mit dem Profil der kleinen Antillen ist von den Dimensionen abgesehen, eine sehr große. Eine mittlere Reihe von Horsten wird auf der Innenseite des Beckens von einer Vulkanreihe begleitet und trägt auf der Außenseite die deutlichen Spuren einer Strandverschiebung resp. Sedimente der Tiefsee. Die Vulkanreihe entspricht einer Zone synklinal gesenkten Gebietes und die äußeren Inseln entstanden auf dem Bruchrande des Kessels.

6. Kontinent und Festland.

Die Worte Kontinent und Festland werden oft in gleichem Sinne gebraucht, aber nachdem sich die Anzeichen mehren, daß das Meer aktive Bewegungen auszuführen vermag, ist es naturgemäß, daß sich die Grenzen und der Umfang des festen Landes verändern, ohne daß eine Veränderung der Gestalt der Reliefformen auf der Erdrinde damit parallel geht. Die Kontinente sind jene großen Reliefformen der Erdoberfläche, welche als älteste und größte Horste zwischen einsinkenden Rindenteilen stehen blieben, Festland aber ist alles feste Land im Gegensatz zu den wasserbedeckten Gebieten der Erdoberfläche. Ein Kontinent kann vom Meere transgredierend völlig überspült werden, das Festland verschwindet, aber der Kontinent bleibt erhalten. Wenn auch bei Afrika die Kontinent- und Festlandgrenzen ziemlich einander entsprechen, so ist das doch ein zufälliges Verhältnis und der Gegensatz der beiden Begriffe wird dadurch nicht vermindert.

Wir haben nachzuweisen versucht, daß die Kontinente an den

meisten Küsten von Flexuren umgeben werden, daß diese Flexuren aber auch durch Verwerfungsbrüche ersetzt werden können. Sind die Flexuren wohlentwickelte, so ist der antiklinale Teil derselben durch ein Spaltenthal geteilt und es entsteht die Küstenstufe oder Kontinentalstufe, welche eine wechselnde Breite und wechselnde Tiefe besitzen kann, gewöhnlich aber durch die Isobathe von 100 Faden der Hundertfadenlinie, oder besser Kontinentallinie seewärts abgegrenzt wird. Küstenvulkane treten in der Mehrzahl der Fälle jenseits der Kontinentallinie auf, in jener Zone, welche dem synklinalen Teil der Küstenflexur entspricht. Allein solche Verhältnisse walten nicht überall, und die tektonische Struktur der submarinen Erdrinde steht an Complikation und Mannigfaltigkeit hinter dem Bau der wasserentblößten Gebiete nicht zurück. Jeder einzelne Küstenteil muß gründlich und gestützt auf ein reicheres als das heute zugängliche Thatsachenmaterial bearbeitet werden. Der Geograph muß mit dem Steinhammer und dem Lotungsapparat gleichzeitig arbeiten, wenn wir einen Einblick gewinnen wollen in den Bau der Meeresbecken und seiner Grenzen.

Die erste Vorbedingung aber jeder derartigen Arbeit ist die, daß man die Festlandskarten durch Kontinentalkarten ersetzt, daß man jenes unsichere Element der Wasserbedeckung ausschaltet und reine Reliefkarten der Erdoberfläche geographischen oder geologischen Studien zu Grunde legt[1]). Die mittlere Masse Europas wird eine ganz andere, wenn man berücksichtigt, daß Nord- und Ostsee von seichtem Wasser bedeckte Kontinentalgebiete seien (siehe Taf. XII, Fig. 1). Es wird die Aufgabe weiterer Arbeiten sein, aus der Breite der Kontinentalstufe an verschiedenen Teilen der Kontinente, Schlüsse zu ziehen und auf solche Weise ein methodisches Hilfsmittel zu gewinnen für die Beurteilung transgredierender Bewegungen des Meeresspiegels. Das Verhältnis von Wasser zu Land auf der südlichen Hemisphäre ist ein viel größeres, als auf der nördlichen Halbkugel.

---

1) Ich möchte bei dieser Gelegenheit auf einen den meisten marinen Übersichtskarten eigenen Fehler aufmerksam machen. Man zieht gewöhnlich nur die Isobathen von 100. 1000. 2000. 3000 Faden. Daß hierbei der Gegensatz der flachen Küstenstufe und des ziemlich ebenen Bodens der Meeresbecken gegenüber dem starken Steilabfall jenseits der Kontinentallinie vollständig verschwindet, ist lebhaft zu bedauern, und es wäre zu wünschen, daß man die Tiefseekarten der Atlanten in diesem Sinne objektiver und korrekter ausführe, entweder nur Isobathen von 100 oder solche von 500 eintrage.

Wenn man aber berücksichtigt, daß auch das Behringsmeer, daß die Ost- und Nordsee zum Kontinente gehören, daß die Kontinentalstufe längs der nordamerikanischen Ostküste eine ganz auffallende Breite besitzt, so wird jenes Verhältnis um so rätselhafter, sofern nicht ein antarktischer Kontinent vorhanden ist.

Alles das aber sind Probleme, die hier nur flüchtig gestreift werden können, vieles übergehe ich ganz.

7. Die Abhängigkeit der Vulkane von tektonischen Senkungen.

Der größere Teil der hier vorliegenden Studie war druckfertig ausgearbeitet, als ich Kenntnis erhielt von einer kürzlich erschienenen Arbeit A. v. Könen's: Über das Verhalten von Dislokationen im nordwestlichen Deutschland.[1]) In dieser Arbeit werden die Beziehungen der Spaltenthäler und vulkanischer Eruptionen zur Faltenbildung in einer Weise charakterisiert, welche dem Grundgedanken meiner Arbeit vollständig entspricht. Ich möchte eine umso größere Bedeutung der v. Könen'schen Arbeit beilegen, weil der Verfasser zu seinen Schlüssen gelangt, auf Grund eines Thatsachenmaterials, welches ganz andere als die von mir behandelten Gebiete betrifft. Die Abhängigkeit der Vulkane von synklinaler Schichtenstellung wird dort klar ausgesprochen und durch eine schematische Figur erläutert. Denn v. Könen sagt S. 72: „Zu bemerken ist ferner, daß nach allem, was ich gesehen habe, der Basalt weit häufiger aus Muldenspalten (Synklinalen) als aus Sattelspalten (Antiklinalen) hervorgekommen ist. Es kann dies wohl zum Teil dadurch erklärt werden, daß die unten weiter klaffenden Muldenspalten leichter dem Basalt den Durchtritt gewährten, vielleicht ist aber hiermit noch verbunden, zu denken, daß bei der Sattel- und Muldenknickung vor allem in den Muldenlinien ein Druck auf die Unterlage ausgeübt, und diese, falls sie feurigflüssig resp. plastisch war, durch die entstandene Spalte emporgepreßt wurde.“ Es werden mehrere Beispiele aus der Rhön angeführt, welche den Zusammenhang von synklinaler Schichtenstellung und Vulkanen zur Darstellung bringen. Indem ich mich also hier auf die von v. Könen ausgesprochene Ansicht berufe, möchte ich erwähnen, daß auch frühere Litteraturangaben über dies Verhältnis vorliegen. So giebt

---

1) Jahrbuch der Königl. preuss. geol. Landesanstalt 1885.

schon POULET SCOOPE in seinem trefflichen Werk „Über Vulkane" auf S. 244 in Figur 65 ein schematisches Bild der Eruption auf synklinalen Schichten. E. v. MOJSISOVICS sagt in seinen „Dolomitriffen von Südtirol" auf S. 506: „Es ist nun im hohen Grade bemerkenswert, daß die Eruptionsstellen der Augitporphyrlaven an der Grenze der Gebiete schwächerer und stärkerer Senkung stehn". Das Profil auf S. 381 zeigt zur Evidens, daß der Eruptionsstock von Predazzo zwischen synklinal gestellten Schichten hervorbrach. Ich erwähne REYHER, welcher ein Gleiches von den Euganeen[1]) konstatiert, und wahrscheinlich bietet die Litteratur noch viele derartige Beobachtungen.

Nachdem ich aus den Thatsachen der Kontinentalstufe und der Wallriffe Beweise für die Anschauung gebracht habe, daß die Kontinente häufig von Flexuren umgeben seien, konnten wir feststellen, daß die Mehrzahl der Küstenvulkane an den synklinalen Teil der Küstenflexur gebunden, also auf synklinal gestellten Schichten aufgeschüttet seien. So sprechen für diesen Zusammenhang: Ponza, Liparen, Ustika, Pantelleria, Linosa, Lampedusa, Galita, die kleinen algerischen Küstenvulkane, die Canaren, Fernando Po, Comoro, Mauritius, Bourbon, Aleuten und Fernando Noronha. Innerhalb einer Grabenmulde stehen Jebel Teir und Jebel Zebayir im roten Meere. In einem Senkungsbecken steht die Reihe der vulkanischen Antillen und der neapolitanischen Vulkane. Gemeinsam ist allen diesen Fällen die synklinale Schichtenstellung, es wechselt allein die Form des Senkungsgebietes.

Wie schon durch v. KÖNEN hervorgehoben wurde, würde es einseitig sein, die genannten Thatsachen allein dadurch erklären zu wollen, daß die Schichten synklinal gestellt seien. Die synklinale Stellung der Schichten selbst scheint eine Folge und Begleiterscheinung der Senkung zu sein. Bei Senkungen aber treten meines Erachtens vier Gruppen von Erscheinungen auf:

1) Ein Teil der Erdrinde wird dem Erdmittelpunkt genähert und dadurch in eine wärmere Umgebung gebracht;
2) durch Umsetzung der hierbei erfolgenden Bewegung und innere Reibung entsteht Wärme;
3) die einsinkende Rinde übt einen Druck auf das darunter befindliche Magma aus;

1) Die Euganeen, Bau und Geschichte eines Vulkanes. S. 94.

4) die Schichten der sinkenden Platte werden synklinal gebogen. Dadurch aber tritt eine zentripetale Lockerung der Schichten unterhalb der Normalebene ein.

Ich habe in der vorliegenden Untersuchung nur den letzten dieser Faktoren berücksichtigt und besprochen, die einseitige Betonung der tektonischen Verhältnisse mag jedoch nicht für Einseitigkeit gehalten werden.

Von Reyher ist die Anschauung ausgesprochen worden, daß die synklinale Schichtenstellung eine *Folge* der Eruption sei, daß durch die Ausstoßung des eruptiven Magma Lücken unter der Erdrinde entstehen und dieselbe in die Tiefe sinkt. Allein die Vulkane, selbst die größten, besitzen ein so geringes Volumen gegenüber den Räumen tektonischer Senkungsgebiete, daß man die Senkung nicht als eine Folgeerscheinung der vulkanischen Eruption auffassen sollte. Denn auch unter diesem Gesichtspunkt halte ich die Vulkane für eine Begleiterscheinung der tektonischen Bewegungen. Ein Nachsacken der Vulkane wird lokal recht wohl erfolgen können und zur Beobachtung gelangen, allein die synklinale Schichtenstellung in der Nähe größerer Eruptionspunkte wird dadurch nicht erklärt.

Ich will nicht sagen, daß die Eruption erfolgt, *nachdem* die synklinale Schichtenstellung durch Senkung entstand. Ich formuliere meine Ansicht vielmehr dahin: *Der Kontraktion des Erdinneren folgt die Erdrinde, indem sich lokale Senkungen bilden. Diese Senkung kann eine stetige sein, sie kann infolge von Reibungswiderständen und Spannung auch eine momentane werden. Bei solchen Senkungen kann die Rinde kontinuierlich bleiben, meist aber werden die Schichten unter der Normalebene an einzelnen Stellen gelokkert. Indem diese Lockerung und dadurch synklinale Schichtenstellung eintritt, werden Bedingungen geschaffen, welche das Austreten eruptiven Materials ermöglichen.*

Bei jeder folgenden Gestaltsveränderung des Senkungsgebietes werden sich diese Bedingungen wiederholen. Erweitert sich das Senkungsgebiet, so treten Lockerung und synklinale Schichtenstellung in peripherischen Teilen auf, vertieft sich das Senkungsgebiet, so entstehen sie in zentral gelegenen Gebieten. Hierin aber glaube ich den Schlüssel zu finden für jenes durch Süss für

die südamerikanischen Vulkane konstatierte Wandern der Eruptivstellen.

Doch ich verlasse auch diese Frage, welche fernerer Untersuchungen und gründlicherer Bearbeitung wartet; um noch einen letzten Faktor zu besprechen, welcher mir wichtig scheint für das Zustandekommen vulkanischer Eruptionen.

Es ist auffallend, daß es in manchen Gebieten bisher unmöglich war, bestimmte Dislokationen nachzuweisen, welche die vulkanischen Erscheinungen verursacht haben sollten. Ich denke hier besonders an die Eifel, wo es meines Wissens noch nicht gelungen ist, jenen Zusammenhang zu konstatieren, obgeich oft und viel darnach gesucht worden ist. Zwar ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, daß diese Frage noch in dem Sinne gegenwärtiger Anschauungen gelöst werde, allein wenn das nicht der Fall sein sollte, so würde diese Thatsache zum Nachdenken auffordern und die Frage vorlegen, ob immer und in jedem Falle eine oberflächlich sichtbare Dislokation der Vulkanbildung vorausgegangen sein müsse. Und es scheint mir nicht wertlos, darauf hinzuweisen, daß die Mächtigkeit und Dicke der Erdrinde doch eine nicht unwesentliche Rolle für derartige Vorgänge spiele. Eine Eruption muß wesentlich leichter erfolgen, wenn nur die Thonschiefer bis zum Devon durchbrochen werden, als wenn die ganze folgende mesozoische Schichtenreihe bis zu 1000 m mächtigen krystallinischen Kalken, wie bei Neapel, darüber lagert. In dem letzteren Fall ist meines Erachtens eine Eruption ohne vorhergegangene Dislokation undenkbar, ob aber in dem ersteren Falle scharfe Brüche notwendig waren, oder ob nicht unbedeutende Gleichgewichtsstörungen schon hinreichten, um die Vorbedingungen einer Eruption zu schaffen, das sollte vergleichend studiert werden.

Es ist eine der vornehmsten Aufgaben der spekulativen Geologie, Induktionssätze zu eruieren, welche als Werkzeug dienen können für die Auflösung geologischer Probleme. Solche Sätze haben wesentlich nur einen methodischen Wert, indem sie zur wiederholten Prüfung der Thatsachen auffordern und Fingerzeige geben über den kausalen Zusammenhang der Erscheinungen. Sie sind ein gefährliches Werkzeug, wenn man sie isoliert und dogmatisch benutzt. In der Hand aber des kritischen Forschers, der ihren eigentlichen relativen Wert zu würdigen versteht, eröffnen sie neue tiefere Einblicke in das geheimnisvolle Walten der Naturprozesse. Und nachdem wir theoretisch abzuleiten und mit verschiedenartigen Thatsachen zu belegen versucht haben, daß antiklinale Schichten-

stellung das Empordringen eruptiven Materials erschwert, daß synklinale Stellung dasselbe erleichtert, kommen wir zu folgendem Schluß:

Synklinale Stellung der Schichten im Liegenden einer mächtigeren vulkanischen Gesteinsmasse ist, nächst anderen, ein Beweis dafür, daß dieselbe dort emporgedrungen ist. Fehlt die synklinale Stellung der Schichten, so ist zu untersuchen, ob das betreffende Eruptivgestein nicht an einem anderen Orte ausgebrochen sein kann, vielleicht als später isoliertes Ende eines Stromes oder Deckenergusses aufgefaßt werden darf.

Erklärung der Tafeln.

Die Profile wurden nach den durch handschriftliche Nachträge immer neu redigierten englischen und deutschen Kartenblättern der kaiserl. deutschen Seewarte in Hamburg entworfen. Diese Karten sind in verschiedenen Maßstäben ausgeführt. Da wiederum die Abstände benachbarter Lothungszahlen überaus wechseln, so war eine Reduktion der verschiedenen Profile auf denselben Maßstab nur sehr schwer durchzuführen und Fehlerquellen hätten kaum vermieden werden können. Ich sah daher von einer Reduktion der Profile auf denselben Maßstab ab und trug die Zahlen einer Lothungslinie direkt in den Originalabständen auf. Hierbei wurden Zahlen benachbarter Peilungslinien nur selten mit hereingezogen und lieber Lücken gelassen.

Alle Tiefen sind in der üblichen Weise stark überhöht. Als Norm wurde 1 : 50 angenommen, allein dieses Verhältnis konnte wegen des wechselnden Maßstabes der Karten nur annähernd durchgeführt werden. Mit Hülfe der sicher fixierten Zahlen über den Profilen und der sicher fixierten Küstenpunkte ist das Verhältnis der einzelnen Profile leicht zu beurteilen.

Das Meer wurde horizontal eng schraffiert. Vulkanische Inseln durch ein Dampfwölkchen als solche charakterisiert und der vulkanische Aufschüttungskegel schräg schraffiert. Die untere Grenze der vulkanischen Inseln wurde konstruiert auf Grund der Peilungslinien beiderseits der vulkanischen Insel und darf daher als Profil des eigentlichen Meerbeckens gelten, auf welchem das vulkanische Material aufgeschüttet wird. Die Sedimentbedeckung konnte nicht berücksichtigt werden, da über die Mächtigkeit derselben kein Urteil möglich ist. Unter allen Umständen aber darf man annehmen, daß das Profil des Meeresbodens wesentlich tiefer liegt, als man einzutragen imstande ist. Deshalb aber kann die synklinale Biegung der Schichten noch als bedeutender betrachtet werden. Korallen und ähnliche Bildungen wurden durch Kreuzchen angedeutet.

Tafel X.

Fig. 1. Profil von Alaska nahe der Cooksstraße durch das flache Behringsmeer. Jenseits des Küstenabfalles treten die Aleuten (Ou Nalashka) heraus. Nach Pacific Ocean Sh. 2. 2460.

Fig. 2. Profil von Cap Serrat an der tunesischen Küste nördlich über Galita. Der vulkanische Aufschüttungskegel steht jenseits der Kontinentallinie. Durch Meereserosion ist ein Teil desselben abradiert und bildet eine nicht tektonische Küstenstufe. Nach Sardinia to Malta including Sicily. 165.

Fig. 3. Profil eines Teiles der Azoren ohne Hundertfadenstufe, Terceira und San Miguel sind auf dem (früher abradierten?) sanftwelligen vulkanischen Plateau aufgeschüttet. Nach Azores. 1950.

Fig. 4. Profil von Kamerun nordwestlich über Fernando Po. Der Vulkan steht inmitten einer synklinalen Mulde jenseits der wohlausgebildeten Küstenstufen. Nach West Coast of Africa. Sh. XIX 1357.

Tafel XI.

Fig. 1. Profil vom östlichen Teil des Caraibischen Beckens über die vulkanischen Antillen (Montserrat), die mittelamerikanische Cordilliere (Antigua) und die flachen jungtertiären Inseln der Außenzone (Barbuda), dieselben scheinen auf dem Bruchrande entstanden zu sein, welcher zu großen Tiefen östlich absinkt. Nach West India Islands and Carraibbean See. Sh. II. Bl. 762.

Fig. 2. Bringt das Verhältnis der neapolitanischen Vulkane zu der Halbinsel von Sorrent zur Ansicht. Die Halbinsel wird gegen den Golf von Salerno durch einen Doppelbruch begrenzt, welcher das staffelförmige Heraustreten der Inseln Galli bedingt. Die letzteren wie die Halbinsel bestehen aus festem Apenninkalk, welcher nach NW. einfällt (die Schichtung wurde angedeutet). Im Golf von Neapel wie in dem tyrrhenischen Küstengebiete der phlegräischen Felder (Bajae) finden sich submarin die Denudationsreste von vulkanischen Inseln

(Secca). Auf diesen, wie auf den Schichtenköpfen des Bruches im Golf von Salerno wachsen Korallen.

Fig. 3. Profil von Cap Juby über die vulkanische Insel Fuerteventura, welche jenseits der westafrikanischen Kontinentalstufe aufgeschüttet ist. Nach West Coast of Africa. Sh. XIX. Bl. 1357.

Fig. 4. Profil durch den südlichen Teil des Roten Meeres. Beiderseits ist die Küstenstufe mit Korallenriffen bedeckt, während aus der mittleren Grabenmulde das vulkanische Jebel Teir heraussteigt. Nach Red Sea. Sh. 4. 1873.

Tafel XII.

Fig. 1. Übersichtskarte von Westeuropa und Nordwestafrika. Die Seebecken sind schraffiert, das Gebiet der Küstenstufe aber als zum Kontinent gehörig weiß gelassen. Einige wichtigere Vulkane des Festlandes sind durch Kreise bezeichnet, die Küstenvulkane aber schwarz gedruckt.

Fig. 2. Nordostaustralien. Die eigentliche Tiefsee ist schraffiert mit Ausnahme der darin gelegenen Korallenriffe, welche wahrscheinlich auf vulkanischen Inseln aufsitzen, die jenseits der Kontinentallinie entstanden waren. Der Golf von Carpentaria und das Gebiet des Greatbarrierreef sind als zum Kontinent gehörig weiß gelassen. Die äußere Grenze des Wallriffes ist oft unterbrochen. Die Lücken werden von der Hundertfadenlinie ausgefüllt. Nach Challenger, Narrativ Bd. I Th. I. Sheet 27. Sydney to Wellington.

Fig. 3. Schematisches Profil einer Flexurenküste mit Wallriff auf den Schichtenköpfen der Kontinentalstufe. Jenseits der Hundertfadenlinie (Kontinentallinie) ist ein thätiger Küstenvulkan auf synklinalen Schichten aufgeschüttet worden. Die aufeinanderfolgenden Aschendecken sind durch Lavaergüsse unterbrochen, ein stärkerer Lavastrom hat einen seitlichen Ausweg gefunden, ein parasitischer Kegel ist entstanden und ein mannigfach verästeltes System von Lavagängen durchsetzt Aschendecken und Lavaströme.

Die Beckenmessung an der lebenden Frau.

Von

Dr. Felix Skutsch.

Hierzu Tafel XIII—XXIV.

Es sind jetzt gerade 300 Jahre, seitdem das enge Becken entdeckt wurde. JULIUS CAESAR ARANTIUS war es, welcher zuerst in der Beckenenge eine der hauptsächlichsten Ursachen schwieriger Geburten erkannte[1]). Daß diese Erkenntnis so spät erst gewonnen wurde, liegt wesentlich darin begründet, daß bis zur Mitte des sechszehnten Jahrhunderts die Grundlage richtiger anatomischer Kenntnisse fehlte, daß ferner über den Mechanismus der Geburt grundfalsche Anschauungen verbreitet waren. Die Irrlehre von dem Auseinanderweichen der Beckenknochen während der Geburt saß so fest in den Köpfen, daß selbst die klare, richtige anatomische Beckenbeschreibung des VESAL[2]) und die bestimmten (wenn auch nach unseren Anschauungen noch einseitigen) geburtshilflichen Angaben des ARANTIUS nicht im Stande waren, gesunde, der Wahrheit entsprechende Anschauungen herbeizuführen[3]). Erst im Be-

1) J. C. ARANTII Bononiensis Anatomicae observationes, cap. 39. Bei MICHAELIS (Das enge Becken, 2. Aufl. 1865. pg. 7) findet sich die irrtümliche Angabe, daß die angeführte Schrift des ARANTIUS bereits im Jahre 1572 veröffentlicht sei. Das mir vorliegende Exemplar des ARANTIUS führt den Titel: JULII CAESARIS ARANTII de humano foetu liber, tertio editus ac recognitus, eiusdem anatomicarum observationum liber ac de tumoribus secundum locos affectos liber nunc primum editi. Venetiis 1587. Ferner schließt A. seine observat. anat. (l. c. pg. 119): Haec anno 1586 in lucem conspectumque prodebat J. CAESAR ARANTIUS. Nur die Schrift de humano foetu liber erschien bereits 1572.

2) A. VESALIUS, De corporis humani fabrica. Basileae 1543. Lib. I. Cap. XXIX.

3) Besonders hinderlich für die richtige Erkenntnis war SEVERINUS

ginn des vorigen Jahrhunderts brachen sich durch die Werke von Deventer[1]) und de la Motte[2]) bessere Ansichten über das enge Becken Bahn. Von da an erweiterten sich die Kenntnisse mehr und mehr. Im Verlaufe des vorigen Jahrhunderts waren es Männer des Auslandes, welche, wie auf anderen Gebieten der Geburtshilfe, so auch in der Lehre vom engen Becken den Fortschritt unserer Wissenschaft förderten; es waren vor allen Smellie[3]) und Baudelocque[4]). Mit dem Beginn unseres Jahrhunderts übernahmen deutsche Gelehrte die Führung, Stein d. ältere[5]), Stein d. jüngere[6]); Deutsche waren es, welche die Lehre zu ihrer heutigen Höhe aufbauten; allen voraus sind Michaelis[7]) und Litzmann[8]) zu nennen, welche wissenschaftliches System in die Lehre brachten. Sie wesentlich sind es gewesen, welche die Lehre zu solcher Bedeutung förderten, daß mit Recht gesagt werden darf, daß das enge Becken die jetzige geburtshilfliche Klinik beherrsche und zum großen Teil ausfülle[9]).

Wir haben bereits gute Kenntnisse von der Häufigkeit des engen Beckens; desgleichen besitzen wir mustergiltige Beschreibungen über die Art und die Entstehung der verschiedenen Beckenformen; unsere Lehrbücher schildern mit Genauigkeit den Einfluß

Pinaeus (de integritatis et corruptionis virginum notis, graviditate item et partu naturali. Lugd. Bat. 1597. Lib. II. Cap. 5 seq.).

1) Henricus a Deventer, Novum lumen obstetr. Lugd. Bat. 1701. Deutsch: Neues Hebammenlicht. Jena 1717. (6. Aufl. 1775) Chap. 27.

2) de la Motte, Traité des accouchemens, naturels, non naturels et contre nature, expliqués dans un grand nombre d'observations et de réflexions sur l'art d'accoucher. A la Haye 1726. Liv. II. Chap. 5. Liv. III. Chap. 19.

3) Smellie, Treatise on the theory and pract. of midwif. Vol. I. 2. Ausg. Lond. 1752. A Collection of cases and observations in midwif. Vol. II. Lond. 1754. A collection of preternatural cases. Vol. III. Lond. 1764. A set of anatomic. tables. Lond. 1754.

4) Baudelocque, L'art des accouchemens. 1781. Deutsch von Meckel. 2. Ausg. Leipzig 1791.

5) Stein der ältere, Praktische und theoretische Anleitung zur Gebhlf. Cassel 1772. — Kleine Werke zur praktischen Gebhlf. Marburg 1798.

6) Stein der jüngere, Geburtshilfe. Elberfeld 1825.

7) Michaelis, Das enge Becken. Herausgeg. von Litzmann. Leipzig 1851. 2. Aufl. 1865.

8) Litzmann, Die Formen des Beckens, insbes. des engen weiblichen Beckens. Berlin 1861. — Die Geburt bei engem Becken. Leipzig 1884.

9) Vgl. Spiegelberg, Lehrb. d. Gebhlf. Lahr 2. Aufl. 1882. pag. 392.

der Beckenenge auf den Mechanismus und auf den Verlauf der Geburt; für das therapeutische Handeln sind strikte Indikationen aufgestellt worden, welche aus der Beckenform und dem Grade der Enge abgeleitet sind; kurz die Lehre ist zu einer Höhe aufgebaut, welche der wissenschaftlichen Forschung zur höchsten Ehre gereichen muß. Doch es wäre vermessen, zu behaupten, daß die Lehre vom engen Becken abgeschlossen sei; es ist im Gegenteil zu hoffen, daß dieses an Wichtigkeit für die praktische Geburtshilfe wohl kaum übertroffene Kapitel noch weiter gefördert werden wird. Für eine solche Förderung liegt aber, wie ich glaube, die Hauptbedingung in der Möglichkeit exaktester Diagnose der Beckenenge an der lebenden Frau. Wir müssen uns offen eingestehen, daß der großen Wichtigkeit des Gegenstandes nicht die gleiche Schärfe der Erkenntnis entspricht[1]).

Freilich hat es an Fleiß und Mühe, die Diagnose der Beckenverengerung möglichst zu vervollkommnen, nicht gefehlt, seit überhaupt die Wichtigkeit der Lehre vom engen Becken erkannt worden ist.

Die mannigfaltigsten Anhaltspunkte für die Diagnose sind aufgefunden worden. Mit Recht werden in den Lehrbüchern der Geburtshilfe meist mit großer Ausführlichkeit die Momente abgehandelt, welche sich aus der Anamnese und aus der allgemeinen Betrachtung der Körperbeschaffenheit ableiten lassen. Doch dürfen aus diesen Erörterungen nur mit großer Vorsicht Schlüsse gezogen werden. So wird großes Gewicht darauf gelegt, ob Knochenerkrankungen (besonders Rhachitis) dagewesen sind, ob sich Residuen und Folgezustände derselben am Körper vorfinden. Es ist aber eine nicht zu leugnende Thatsache, daß Rhachitis durchaus nicht immer eine Beckenanomalie zurückläßt; umgekehrt kann sich ein rhachitisches Becken finden, ohne daß diesbezügliche Angaben über Erkrankungen in der Kindheit vorliegen, ohne daß andere Zeichen der Rhachitis am Körper aufzufinden sind[2]).

---

1) Diese nicht ausreichende Schärfe steht in besonders grellem Widerspruch zu der Genauigkeit, mit welcher vielfach die Indikationen für geburtshilfliche Operationen (künstliche Frühgeburt, Perforation, Sectio caesarea) von einem genau präzisierten Maß (selbst bis auf Millimeter) der Beckenenge resp. einzelner Durchmesser abhängig gemacht werden.

2) Vgl. OSIANDER, Grundriß der Entbindungskunst. Göttingen 1802. I. Th. pag. 82: „es ist nicht selten der Fall, daß bucklichte und hinkende Frauen ein wohlgeformtes Becken haben und leicht gebären

Auch auf Erblichkeitsverhältnisse wird kein großes Gewicht zu legen sein; aus ganz vereinzelten Fällen, wie sie zuweilen berichtet werden[1]), dürfen noch keine allgemeinen Regeln abgeleitet werden. Überdies darf man auch noch nicht von Erblichkeit reden, wenn Kinder rhachitisch gewesener Eltern auch rhachitisch sind[2]).

So wichtig in vielen Fällen ferner die Angaben über den Verlauf früherer Geburten sein können, so darf doch nicht außer Acht gelassen werden, daß einerseits die Mitteilungen absichtlich oder unabsichtlich falsch sein können, andererseits relativ leichte Geburten auch bei Beckenengen vorkommen können, welche späteren Geburten sehr ernste Hindernisse entgegensetzen; am meisten zu verwerten sind die Fälle, welche ärztlich beobachtet wurden, besonders diejenigen, bei welchen die Kinder Residuen des erschwerten Durchganges durch das Becken (z. B. tiefe Druckmarken) darboten, oder diejenigen, bei welchen zerstückelnde Operationen ausgeführt werden mußten.

Die Größe einer Person berechtigt zu keinen Schlußfolgerungen; höchstens extreme Kleinheit kann begründeten Verdacht erregen. Sogar bei großem Wuchs, selbst wenn er mit starkem Knochenbau vereinigt ist, kann das Becken eng sein. Ebenso darf aus dem Bau der Schenkel, aus dem der Wirbelsäule und aus der Breite der Hüften kein weitgehender Schluß auf das Becken gemacht werden[3]).

Immerhin gewährt aber die allgemeine Betrachtung des Körpers oft wertvolle Anhaltspunkte. So z. B. wird ein starker Hängebauch bei einer Ipara stets Verdacht erregen.

Daß der Geburtsverlauf selbst (mechanische Behinderung,

---

und im Gegentheil manche dem Anschein nach schön gewachsene Frauensperson ein enges Becken und schwere Geburten haben kann." Vgl. ferner die noch heut geltenden Regeln von Levret (L'art des accouch. Paris 1. Ausg. 1751. Deutsch von Held, Leipzig 1778. pag. 14—16). — Baudelocque l. c. (deutsche Ausgabe) p. 116 ff. — Dohrn, Über Beckenmessung. Sammlg. klin. Vorträge. 1870. No. 11. pag. 3. — Spiegelberg l. c. pag. 395.

1) Michaelis, Das enge Becken, pag. 7. — Ich citire nach der 2. Ausgabe 1865.

2) Spiegelberg l. c.

3) Vgl. Michaelis l. c. pag. 72. — Ferner Elias v. Siebold, Lehrb. d. theor. Entbdgskunde. Nürnberg 1812. Bd. I. pag. 109: „Das Hinken ist kein schlimmes, sondern in manchen Fällen ein gutes Zeichen."

Wehenanomalien, falsche Lagen, der durch die Einwirkung des Beckens bedingte Kopfstand) viel zur Diagnose, auch der geringeren Verengerungen, beitragen kann, ist seit den Arbeiten von Michaelis allgemein bekannt. Wir sind sehr häufig in der Lage, erst an das Gebärbett zu treten, nachdem die Geburt schon lange gedauert und die Einflüsse des engen Beckens sich oft schon in hohem Grade geltend gemacht haben; dann werden diese aus dem Geburtsverlauf resultierenden Zeichen von höchster Bedeutung für unsere Diagnose.

So viel Beachtung auch die aus Anamnese und Körperbeschaffenheit abgeleiteten Zeichen verdienen, so können sie doch die Ansprüche, welche an eine exakte Diagnose gestellt werden müssen, nicht befriedigen. Dies ist nur möglich durch die genaue Erkenntnis nicht nur der Form des Beckens, sondern auch des Grades der Enge in den verschiedenen Durchmessern. Eine solche Erkenntnis ist einzig und allein zu erlangen durch die direkte Untersuchung des Beckens.

Die Richtigkeit dieses Grundsatzes finden wir schon zu einer Zeit anerkannt, in welcher die Lehre vom engen Becken erst im Entstehen begriffen war[1]), und es wird wohl kaum jemals dieser selbstverständliche Grundsatz angefochten werden.

Genaue Resultate über den Grad der Beckenenge kann nur die Messung des Beckens, die Messung seiner verschiedenen Durchmesser geben.

Diese Erkenntnis des Grades der Beckenenge ist natürlich für die Beurteilung der Geburt bei engem Becken nicht der einzige Faktor, wohl aber der wichtigste. Das relative Verhältnis, in welchem die Stärke der Wehen und die Größe des Kindes zu dem durch die Engigkeit des Beckens gesetzten Widerstande stehen, ist selbstverständlich von Bedeutung. Vor allem muß die Größe des Kindskopfes von großem Einfluß sein. Die Bestimmung der Dimensionen des Fötus, insbesondere des Kopfes, steht aber darum der Erkenntnis des Grades der Beckenenge erheblich nach, weil die Größendimensionen von Föten gleichen Alters in weit geringeren Grenzen schwanken und weil dieselben nicht unveränderlich sind wie die Beckenräumlichkeiten, sondern bis zu einer

1) Vgl. Deventer, Novum lumen, cap. 27: Ab initio, cum laborantem convenerit, primum ipsius officium erit parturientem tactu explorare, simulque sensu investiget, pelvisne ampla sit vel angusta, rotunda vel plana.

gewissen Grenze unter dem Einfluß der Geburt dem entgegenstehenden Hindernis entsprechend durch die Naturkräfte verkleinert werden können. Immerhin wäre es ein großer Fortschritt, wenn wir im Stande wären, die Größe des Kopfes im gegebenen Falle sicher zu bestimmen, und unser Bestreben muß es sein, auch dieses zu erreichen. Leider sind die bisherigen Versuche hierzu von besonderem Erfolge nicht begleitet gewesen. Die älteren Methoden, welche den Kopf direkt zu messen suchten, sind gescheitert[1]).

Bemerkenswert ist der in neuerer Zeit von P. Müller gemachte Vorschlag, die Größe des Kopfes im Verhältnis zum Becken dadurch zu ermitteln, daß man versucht, den Kopf in das Becken hineinzudrücken[2]).

Der wichtigste Punkt für die richtige Erkenntnis wird, wie gesagt, immer die genaue Ermittlung der Dimensionen des Beckens bleiben. Obgleich nun der Wert der Beckenuntersuchung schon

---

1) Vgl. z. B. Stein, Beschreibung eines Labimeters. Programm, Cassel 1782. Kleine Werke, Marburg 1798. pag. 411 ff. — Aitken, Principles of midwifery. Deutsch von Spohr, Nürnberg 1789. pag. 264. — J. D. Busch, Beschreibung eines Labimeters zu meiner Geburtszange, Stark's Neues Archiv für die Geburtsh. Bd. II. 1801. pag. 109. — Stark, ibid. pag. 117. — Osiander, Neue Denkwürdigkeiten, Bd. I. pag. 282. — Froriep, Über einen an meiner Geburtszange angebrachten Mechanismus, Siebold's Lucina, Bd. II. St. I. pag. 1. — Foulhioux wollte durch Ausmessung des vorliegenden Teiles des Kopfes und Proportionsberechnung die Durchmesser des Kopfes finden. (Froriep, Notizen aus dem Gebiete der Natur- und Heilkunde, Weimar, Bd. XI. pag. 237. Revue méd. franç. et étrang. r. par Bally, August 1825). — Vgl. auch Beron, Diss. inaug. sistens novum lecanometron et embryometron. Monachii 1831. pag. 15 ff. — Vgl. ferner mehrere der später zu beschreibenden Beckenmesser, welche z. T. auch für Messung des Kindes dienen sollen, so die von Koeppe (Manus armata), Meyer (Manus filigera), Ans. Martin (Kephalopelvimeter) und andere.

2) Gynäkologische Sektion der 58. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte zu Straßburg. 2. Sitzung am 19. Sept. 1885 (Archiv f. Gynäk. Bd. XXVII. pag. 311). Für die Beurteilung dieser Methode, welche mit Recht als relative Beckenmessung bezeichnet werden kann (Schatz), bedarf es jedenfalls noch weiterer Erfahrungen. Daraus, daß der Kopf nicht in das Becken herabgedrückt werden kann, ist nicht bewiesen, daß er auch durch die Wehenthätigkeit nicht herabgedrückt werden kann. Vor allem vermögen wir durch Einwirkung von außen nicht, dem Kopf diejenigen Einstellungen und Konfigurationen zu geben, welche der Mechanismus bei engem Becken zuwege bringt. Es ist auch zu erwägen, ob nicht der starke, auf die Uteruswand ausgeübte Druck schädigenden Einfluß, etwa auf die spätere Wehenthätigkeit, ausüben könne.

seit langem erkannt ist, obgleich es an Forschungen, welche dieser Erkenntnis entsprangen, durchaus nicht gemangelt hat, haben doch die Resultate dieser Forschungen bisher nicht dazu geführt, die Forderungen, welche an eine exakte Diagnose gestellt werden, zu befriedigen. Der Grund hierfür kann nur in den großen Schwierigkeiten gesucht werden, welche der genauen Erkenntnis der Beckenenge entgegenstehen[1]).

Bereits SMELLIE, der erste, welcher eine genaue Untersuchung des Beckens durch manuelle Austastung lehrte, hatte die digitale Untersuchung des Beckens fast zu der Höhe gebracht, welche heute noch nicht überschritten ist. Der hohe Wert der Methode ist vielfach anerkannt worden; die explorierende Hand bietet dem erfahrenen Geburtshelfer ausgezeichnete Anhaltspunkte für die Diagnose der Beckenenge.

Man erkannte aber, daß der Finger nicht zu der Vollkommenheit der Diagnose führte, welche gewünscht wurde, und so kam es, daß man die Leistung der Hand durch die präzisere Leistung messender Instrumente zu ersetzen suchte. STEIN d. ältere war der erste, welcher zu diesem Zwecke einen Beckenmesser konstruierte. Seitdem ist eine ungemein große Menge von Instrumenten zur inneren Beckenmessung erfunden worden; wenn wir aber nachsehen, was von diesen vielen Instrumenten übrig geblieben ist, so finden wir fast nichts; höchstens wird in unseren Lehrbüchern hin und wieder noch einmal ein Instrument zur Messung der Conjugata vera empfohlen.

Dagegen ist es eine andere Methode der Beckenmessung, welche in allen unseren Lehrbüchern empfohlen und demgemäß auch ausgeführt wird. Dies ist die äußere Beckenmessung, als deren Begründer BAUDELOCQUE zu betrachten ist. Aus gewissen äußeren Maßen wird ein Schluß auf die Form des Beckens und die Größe seiner inneren Durchmesser gemacht.

Betrachten wir den heutigen Standpunkt der Beckenuntersuchung, so müssen wir eingestehen, daß wir kaum weiter sind, als es die Geburtshelfer vor 100 Jahren, d. i. zu BAUDELOCQUE's Zeiten waren. Die Prinzipien der Beckenuntersuchung, wie sie in unseren Lehrbüchern vertreten werden, lassen sich in wenigen

---

1) SCHRÖDER, Lehrbuch der Geburtshilfe. 8. Aufl. 1884. pag. 521. „Die Entscheidung der Frage, wie eng oder wie weit ein Becken sei, gehört zu den schwierigsten Aufgaben der geburtshilflichen Untersuchung, zu deren Lösung man alle zu Gebote stehenden Hilfsmittel anzuwenden hat.“

Worten zusammenfassen: Bestimmung einiger äußerer Beckenmaße, Betastung des Beckeninneren mit den Fingern, eventuell mit der halben oder ganzen Hand, digitale Messung der Conjugata diagonalis. Von instrumenteller, innerer Beckenmessung ist fast nichts übrig geblieben.

Einfach und bequem ist allerdings dieser Standpunkt[1]). Daß er aber nicht genüge, muß jeder einigermaßen erfahrene Geburtshelfer zugeben; jedem von diesen werden Geburtsfälle vorgekommen sein, deren unglücklicher Verlauf durch eine sichere, frühzeitige Erkenntnis des Grades der Beckenenge hätte vermieden werden können. Um nur einige Beispiele des Mangels unserer Erkenntnis anzuführen: wir sind nicht einmal im Stande, ein plattes Becken von einem allgemein verengten mit Sicherheit zu unterscheiden; eine sichere Messung der Querdurchmesser fehlt; Asymmetrie des Beckens ist kaum mit Sicherheit an der Lebenden nachzuweisen.

Gerade in der jetzigen Zeit halte ich eine Vervollkommnung unserer Erkenntnis für dringend geboten. Die modernen Methoden der Sectio caesarea, besonders die konservierende Methode, haben eine solche Vollkommenheit erlangt, daß die Operation der ihr früher anhaftenden Gefahren fast gänzlich entkleidet ist; wir brauchen uns nicht mehr zu scheuen, unter günstigen Verhältnissen den Kaiserschnitt bei relativer Indikation auszuführen; wir brauchen das kindliche Leben nicht zu zerstören, um der Mutter die Operation zu ersparen. Um aber mit voller Berechtigung solche Indikationen aufstellen zu dürfen, müssen wir ganz exakte Kenntnis von der Größe der Beckendimensionen haben.

Hierzu sehe ich trotz alles Wertes, welcher der digitalen Austastung des Beckens mit Recht in hohem Grade zugeschrieben wird, keinen anderen Weg, als den der vielgeschmähten instrumentellen inneren Beckenmessung. Ich bin mir der Schwierigkeiten, welche der Erfüllung solcher Forderungen entgegenstehen, vollkommen bewußt. Die Geschichte der Beckenmessung führt diese Schwierigkeiten zur Genüge zum Bewußtsein. Hierin dürfen wir aber keinen Grund sehen, zu verzagen und das Erreichen des Zieles für unmöglich zu halten.

Der Grund dafür, daß jetzt die innere, instrumentelle Messung

1) Spiegelberg: „Dadurch ist die Beckenmessung so vereinfacht, dass sie unter allen Verhältnissen, auch unter den Drangsalen der privaten Praxis, angestellt werden kann.“

fast allgemein verworfen wird, beruht außer der Unbrauchbarkeit vieler der angegebenen Instrumente zum Teil auch auf dem Einfluß von Michaelis. Die Autorität dieses Mannes hat es bewirkt, daß der oben kurz skizzierte heutige Standpunkt der Beckenuntersuchung von den von ihm aufgestellten Prinzipien kaum abweicht. Michaelis' Verdienst ist hoch anzuschlagen; er hat vieles Unnütze in der Beckenuntersuchung über Bord geworfen und ein System und eine Einfachheit der Untersuchung herbeigeführt, welche erfolgreich praktische Verwertung gefunden hat. Litzmann[1]) charakterisiert mit treffenden Worten seine Verdienste:

„M. hat keine geradezu neue Methode der Beckenmessung eingeführt, aber er hat die Technik der vorhandenen vereinfacht und verbessert und die Grenzen ihrer Anwendbarkeit genauer bestimmt, er hat sie vor allem in einem Umfange, wie vor ihm keiner, praktisch geübt. Dadurch, daß er die Messung nicht auf enge Becken oder gar nur die extremen Fälle derselben beschränkte, sondern auf alle Becken ohne Unterschied ausdehnte, hat er sie für die Wissenschaft erst recht fruchtbringend gemacht. Er hat auf diesem Wege den Wert der einzelnen Maße für sich und in ihrer Verbindung und die Folgerungen, zu denen sie berechtigen, mit größerer Sicherheit als bisher feststellen und manche der verbreitetsten und eingreifendsten Irrtümer darüber beseitigen können; er hat nachgewiesen, wie trüglich alle übrigen Zeichen für die Erkenntnis des engen Beckens sind, und daß es ungleich häufiger vorkommt, als gewöhnlich geglaubt wird."

Ein großes Unrecht wäre es, Michaelis selbst verantwortlich zu machen für den heutigen nicht ausreichenden Standpunkt der Beckenuntersuchung; ihn darf sicherlich kein Vorwurf treffen. Er selbst sah in seiner Bescheidenheit den Vorwurf der Einseitigkeit, der seine Ansichten treffen würde, voraus und fährt dann fort[2]): „Dennoch muß ich den eingeschlagenen Weg für jetzt verteidigen, da es vor allem darauf ankommt, einen möglichst sicheren Grund zu gewinnen. Den weiteren Ausbau muß ich der Zukunft überlassen."

In einzelnen Punkten sind aber Rückschritte gemacht worden. Die Beschränkungen, welche Michaelis dem Werte der äußeren Beckenmessung in richtiger Erkenntnis beilegte, sind, wie ich glaube, nicht stets genügend innegehalten worden; es werden auch

1) Vorrede zu Michaelis, Das enge Becken.
2) l. c. pag. 83.

jetzt noch zuweilen viel weitgehendere Schlüsse aus dem Maße der äußeren Querdurchmesser und der Conjugata externa gemacht, als nach MICHAELIS' Untersuchungen gerechtfertigt sind[1]).

Die Mängel unseres heutigen Standpunktes der Beckenmessung haben mich, wie schon so viele vor mir, dazu veranlaßt, auf Verbesserungen zu sinnen. Ich bin nicht so unbescheiden, zu meinen, daß meine Vorschläge für sicher zum erstrebten Ziele führende zu halten sind; auch bin ich mir sehr wohl bewußt, daß es mir vielleicht wie so vielen meiner Vorgänger ergehen wird, daß auch meine Methoden für nicht anwendbar befunden und übergangen werden.

Die Mitteilung meiner Methoden ist es aber nicht, welche mich zu diesen Zeilen veranlaßt. Der Zweck derselben soll es sein, die ganze Lehre der Beckenmessung einer genaueren Untersuchung zu unterziehen. Aus der Erkenntnis der jetzigen Mängel und aus der Kenntnisnahme und Beurteilung früherer Versuche kann vielleicht manches Fruchtbringende für die weitere Lösung der Aufgabe entspringen. Ich will daher einen historisch-kritischen Überblick über das geben, was auf dem Gebiete der Beckenmessung geleistet worden ist.

Es ist jetzt nicht gerade besonders üblich, in unserer Wissenschaft historische Studien zu treiben. Dennoch darf man den Nutzen derselben nicht unterschätzen. Gar manches früher Geleistete wird sich zeigen, was der näheren Prüfung wert gewesen wäre, gar manches, was zu weiteren Fortschritten hätte anregen können. Andererseits wird natürlich auch Unzweckmäßiges erwähnt werden müssen.

Eine zusammenfassende Arbeit aus neuerer Zeit über Beckenmessung giebt es nicht, nur eine gute Übersicht über den instrumentellen Teil, nämlich von FREY[2]). Ein Nachteil dieser Arbeit ist der Mangel an Abbildungen, ohne welche ein Verständnis der Methoden sehr erschwert ist. Ich werde solche daher so viel wie möglich geben, wodurch die Beschreibungen werden kurz ausfallen können. Es kann kaum etwas Ermüdenderes geben, als detail-

---

1) Vgl. z. B. Real-Encyklopädie der gesamten Heilkunde herausgeg. von EULENBURG. 2. Aufl. Bd. II. 1885. Artikel: Becken, von KLEINWÄCHTER, pag. 500. „Die angeführten Maße werden nur deshalb abgenommen, um uns zu versichern, ob nicht das Becken in querer Richtung bedeutend verkürzt ist.“ „Eine Verkürzung der Conj. externa zeigt uns sicher auch eine solche der Conj. vera an.“

2) Diss. inaug. Straßburg 1880.

lierte Beschreibungen von Instrumenten zu lesen, etwa gar mit Hinweis auf die Buchstaben der Abbildung; solches will ich dem Leser ersparen; nur so viel, wie zum Verständnis der Anwendung der Instrumente nötig ist, soll gesagt werden.

Die Figuren sind fast ausschließlich nach den Originalabbildungen gezeichnet[1]; einige sind aus Sammelwerken[2] entnommen. Sämtliche Abbildungen sind in $^1/_3$ natürlicher Größe gegeben; einige Instrumente sind in die Beckenschemata von B. SCHULTZE eingetragen, um das Verständnis zu erleichtern.

Ich teile die historisch-kritische Betrachtung der Beckenmessung in zwei Teile: äußere und innere Beckenmessung, jeden wieder in zwei Unterabteilungen: manuelle und instrumentelle Messung.

---

1) Ich sah nicht stets darauf, genaue Kopien zu geben. Wo es mir für das Verständnis ersprießlich schien, modifizierte ich die Zeichnung. So z. B. sind die für Messung gerader Beckendurchmesser bestimmten Instrumente stets so gezeichnet, dass, wenn sie in das Becken eingeführt gedacht werden, die hintere Beckenwand sich stets links vom Beschauer befindet.

2) Zusammenfassende Beschreibungen oder Abbildungen von Beckenmessern finden sich in folgenden Werken:

J. C. F. KOEPPE, De pelvi feminea metienda. Diss. Leipzig 1781.

SCHREGER, Die Werkzeuge der älteren und neueren Entbindungskunst. Erlangen 1799.

F. C. KIST, Historia critica pelvimensorum. Lugd. Bat. 1818.

FRORIEP, Geburtshilfliche Demonstrationen. Weimar 1824—1832.

J. H. J. WELLENBERGH, Abhandlung über einen Pelvimeter. Deutsch von KIEHL. Haag 1831.

SIEBOLD, Abbildungen aus dem Gesammtgebiete der theoretisch-praktischen Geburtshilfe. 2. Aufl. Berlin 1835.

BUSCH und MOSER, Handbuch der Geburtskunde. Bd. I. 1840. Artikel: Beckenmessung.

VAN HUEVEL, Mémoire sur la pelvimétrie et sur une nouv. mode de mensuration pelvienne. 2. édit. Gand 1841.

BUSCH, Lehrbuch der Geburtskunde. 5. Aufl. Berlin 1849. pag. 415 ff.

KILIAN, Armamentarium Lucinae novum. Bonn 1856.

FREY, l. c.

Äussere Beckenmessung.

Manuelle äussere Beckenmessung.

Von einer manuellen äußeren Beckenmessung kann nur in sehr beschränkter Weise gesprochen werden. Die mit den Händen ausgeführte äußere Betastung des Beckens kann zwar einige Aufschlüsse über die Form desselben geben, nicht aber sichere Maße seiner Dimensionen. In Lehrbüchern, zumal in älteren, finden sich Vorschriften über die Ausführung manueller äußerer Beckenmessung [1]). Zumeist wird empfohlen, in den Gang der Schwangerenuntersuchung nach Ausführung der Palpation des Abdomens die äußere Betastung des Beckens einzufügen.

Während die eine Hand flach der Schamfuge, die andere dem Kreuzbein aufruht, soll aus der Entfernung beider Hände [2]) auf die Weite des Beckeneingangs geschlossen werden. Indem dann die Hände seitlich an die Hüftbeine angelegt werden, soll der Abstand dieser, in gleicher Weise der der Trochanteren von einander erkannt werden. Auch über Breite, Höhe und Hervorragung der hinteren Kreuzbeinfläche, wie über die Höhe der Symphyse kann die äußere Betastung Aufschluß geben. Nur der Vollständigkeit wegen führe ich einen Vorschlag von Ph. F. Meckel an, welcher zur Ermittelung der Entfernung der Tubera ischii angab, man solle sich die Person so auf die Hand setzen lassen, daß eine Hervorragung des Sitzbeins auf der Spitze des Mittelfingers ruht, durch ein Merkmal mit dem Zeigefinger der anderen Hand soll man die Stelle bezeichnen, auf welcher die Spitze der andern Hervorragung ruht [3]).

Zur Untersuchung der seitlichen Beckengegenden verdient die Rückenlage der zu Explorierenden, zur Untersuchung der hinteren Wand die Seitenlage den Vorzug; zuweilen kann die aufrechte

---

1) Vgl. z. B. Hohl, Die geburtshilfliche Exploration, Teil II. pag. 150. Halle 1834.

Scanzoni, Geburtshilfe. 4. Auflage. 1867. Band II. pag. 453 ff.

Naegede, Geburtshilfe. 6. Auflage. Mainz 1867. § 193.

Litzmann, Über die Erkenntnis des engen Beckens an der Lebenden. Samml. klin. Vorträge. No. 20. Leipzig 1871.

2) „Man giebt acht, ob die Hände so viel von einander entfernt sind, als man es beim häufigen Befühlen regelmäßiger Becken gefunden hat.“ Froriep, Geburtshilfe. 9. Aufl. Weimar 1832. § 338.

3) Deutsche Ausgabe von Baudelocque, pag. 124. Anm.

Stellung empfehlenswert sein. Vorteilhaft ist es (wie auch Litzmann anführt), bei den Untersuchungen stets möglichst dieselbe Lage einnehmen zu lassen, da hierdurch eine gleichmäßige Beurteilung der Befunde gefördert wird.

Abgesehen davon, daß die genannten äußeren Maße nur sehr bedingte Schlüsse auf die inneren Beckendimensionen zulassen (wie ausführlicher später erörtert werden soll) kann natürlich die Messung selbst nur eine ungenaue sein. Geringe Abweichungen vom Normalen können überhaupt nicht erkannt werden; selbst sehr große Übung vermag vor Täuschungen nicht zu schützen. —

Es bedarf keiner eingehenden Widerlegung der Ungenauigkeit solcher Messungen, da denselben allgemein nur geringer Wert beigelegt wird. Dagegen soll nicht außer Acht gelassen werden, daß eine sorgfältige äußere Betastung des Beckens über manche diagnostisch wichtige Punkte Auskunft erteilt; so z. B. kann das Erkennen ungleicher Höhe beider Hüftbeinkämme für die Diagnose schräger Beckenverschiebung von Bedeutung sein. Gerade dadurch, daß sie für die Deutung von Messungsresultaten von Belang ist, gewinnt die manuelle Untersuchung an Wert. Jedenfalls empfiehlt es sich, bevor zur genaueren Messung des Beckens geschritten wird, die leicht und schnell auszuführende Betastung der Beckengegenden nicht zu unterlassen.

Instrumentelle äussere Beckenmessung.

Der Begründer der äußeren Beckenmessung ist J. L. Baudelocque. In seinem, zuerst 1775[1]) erschienenen Werke: Principes sur l'art des accouchemens hat er seine Ansichten und Vorschriften über den Gegenstand niedergelegt, also zu einer Zeit, wo in der inneren Beckenmessung schon manches geleistet worden war. Die innere Austastung und die Messung der Conjugata diagonalis waren bekannt, es waren auch schon eine Anzahl von Instrumenten zur inneren Beckenmessung erfunden worden. Diese letzteren verwarf Baudelocque vollständig, die Messung der Conj. diag. ließ er zwar gelten, aber das Heil der Beckendiagnose sah er in der Messung der äußeren Beckendistanzen, vor allem in der Bestimmung des äußeren, geraden Beckendurchmessers, der später

1) Principes sur l'art des accouchemens. Deutsche Ausgabe von Meckel. 2. Aufl. Leipzig 1791. L'art des accouchemens. 1781.

Conjugata externa oder auch Diameter Baudelocquii benannt wurde.

Wenn Baudelocque auch über das Ziel hinausschoß, indem er den Wert seiner Methode weit überschätzte (er glaubte durch einen fest bestimmten Abzug von der Conj. ext. stets das genaue Maß der Conj. vera zu erhalten), wenn auch seine Kenntnisse vom engen Becken in manchen Punkten auch für seine Zeit mangelhafte waren, so muß doch sein Verdienst hoch angeschlagen werden; er hat den Grund gelegt, auf dem spätere verdienstvolle Forschungen aufgebaut wurden, den Grund für jene Forschungen auf dem Gebiete der Beckendiagnose, welche in Michaelis und Litzmann ihre glänzendsten Vertreter gefunden haben. Manche haben nach Baudelocque zwar das Fehlerhafte seiner Ansichten nachgewiesen, gingen aber in der Schmälerung seiner Verdienste zu weit; mit Recht sagte Michaelis: „Hätte man, statt ihm blos die Fehler nachzuweisen, auf dem von ihm vorgezeichneten Wege weiter geforscht, so würde man ihm dankbar geworden sein für die Förderung der Sache!“ — System in die Lehre von der äußeren Beckenmessung hat erst Michaelis gebracht, aber, wie schon oben angedeutet wurde, seine Autorität hat Nachteile gehabt. Wenn auch in unseren Lehrbüchern der Wert der Methode meist richtig eingeschränkt wird, so wird er doch in praxi entschieden überschätzt, indem auf Wahrscheinlichkeitsgründen eine Diagnose aufgebaut wird. Oft finden wir die Diagnose einzelner Beckenformen mit einer Schärfe ausgesprochen, welche dem Wert der diagnostischen Mittel durchaus nicht entspricht. Ich halte daher eine genauere Besprechung der äußeren Beckenmessung für berechtigt.

Bevor ich auf eine Prüfung der einzelnen Maße eingehe, will ich kurz einiges die Technik Betreffende vorausschicken.

Baudelocque gab zur Messung der äußeren Beckendimensionen einen Tasterzirkel an, welchen er Compas d'épaisseur, Dickenmesser, nannte. Fig. 1 zeigt das Originalinstrument; es ist ein einfacher Tasterzirkel, dessen Arme weit geschweift sind. Ein Maßstab, welcher durch den einen Arm hindurchläuft und an diesem durch eine Schraube fixiert werden kann, giebt die Entfernung der beiden Endpunkte des Zirkels an. Bei dem auseinandergenommenen Tasterzirkel legt sich der Maßstab in eine Rinne des einen Arms, wodurch der Zirkel portatiler wird. Mit nur geringfügigen Änderungen ist das gleiche Instrument auch jetzt noch im Gebrauch.

Toralli [1]) änderte den Maßstab ab und erreichte, daß nicht während der Messung selbst abgelesen zu werden brauchte, sondern daß dies noch nach Abnehmen des Instruments möglich war (s. Fig. 2).

Davis [2]) empfahl einen zusammenlegbaren Tasterzirkel (s. Fig. 3) — pair of portable callipers. — Kluge fügte zu dem Baudelocque'schen Zirkel noch eine Vorrichtung (Halbkreis mit Senkblei), durch welche er die Beckenneigung [3]) bestimmen zu können glaubte. Betschler [4]), welcher das Instrument publizierte, nannte es Polycometron.

Der Tasterzirkel von Osiander [5]) (s. Fig. 4), dessen Schenkel

1) Borges in der Anmerkung zu Sabatier's Lehrbuch der chirurgischen Operationen. T. 1. pag. 271.

Froriep, Geburtshilfliche Demonstrationen. Taf. 32. Fig. 2.

2) Davis, Elements of operative midwifery. London 1825. Geburtshilfliche Demonstrationen. Taf. 32. Fig. 3.

3) Der Beckenneigung wurde früher eine sehr große Rolle beim Geburtsmechanismus zugesprochen. Daß sie bei demselben von Bedeutung ist, läßt sich nicht bezweifeln; aber diese Bedeutung ist vielfach überschätzt worden. So hat es natürlich nicht an Versuchen gefehlt, die Beckenneigung zu messen, und eine ganze Anzahl von Instrumenten sind zu diesem Zweck erfunden worden. Die Bedeutung dieser Messungen, welche zum Teil auf ganz falschen Vorstellungen und Voraussetzungen beruhten, hat eine ganz andere Beurteilung gefunden, seitdem durch die bahnbrechenden Arbeiten von Hermann Meyer festgestellt worden ist, daß die Neigung des Beckeneinganges keine konstante ist, sondern bei derselben Person in weiten Grenzen schwankt. Da ich in der vorliegenden Arbeit nur von der für die Diagnose des engen Beckens in Betracht kommenden Beckenmessung spreche, werde ich die Methoden, die Beckenneigung zu bestimmen, nicht näher erörtern. Nur hier und da bei einzelnen Instrumenten wird dieselbe Erwähnung finden müssen.

Aus gleichem Grunde werden die aus anthropologischem Interesse ausgeführten Beckenmessungen keine Berücksichtigung finden.

4) Betschler, Über Beckenmessung und ein von Professor Kluge erfundenes Polycometron. Rust's Magazin für die gesammte Heilkunde. Bd. XVII. 3. pag. 466. — Nicht Pelycometron, wie vielfach falsch zitiert wird. —

Kiwisch, Beiträge zur Geburtshilfe. I. „Als ganz ungeeignet ist der Neigungsmesser von Kluge zu bezeichnen. Er setzt als bekannt schon voraus, was eigentlich im gegebenen Falle erst erforscht werden soll.“

5) Osiander, Grundriß der Entbindungskunde. Gött. 1802. T. I. pag. 80. Commentatio de instrumentis et machinis ad pernoscendam optimam aeque ac vitiosam pelvis mulieris formam et inclinationem. Gott. 1810. Taf. IX. Fig. 2.

nach außen gekehrt sind, sollte wesentlich zu Messungen am Skelett dienen (Höhlenmesser); für manche Distanzen der äußeren Beckenmessung (z. B. Querdurchmesser des Beckenausganges nach Breisky) ist er zu empfehlen.

Ritgen [1]) machte an seinem „Außenmass" die Skala des Baudelocque'schen Zirkels bogenförmig und unbeweglich und befestigte an einem der Tastknöpfe einen Quadranten mit Senkblei zur Bestimmung der Neigung (s. Fig. 5).

Sehr brauchbar ist das von Burchard [2]) angegebene Instrument, dessen Schenkel sich sowohl convergierend, als auch divergierend, als auch (bei umgekehrtem Einsetzen des einen Arms) parallel bewegen lassen (s. Fig. 6).

Unbedeutende Änderungen bieten die Instrumente von Busch [3]) (Modifikation von Kluge), Chaussier [4]) (Mécomètre), Meyer [5]) (Kephalopelycometer), E. Martin [6]) (s. Fig. 7) und noch andere.

Zu empfehlen wegen ihres handlichen Gebrauches sind der zusammenlegbare Zirkel von B. S. Schultze (s. Fig. 8), sowie das Instrument von Matthieu (s. Fig. 9) [7]).

Die Conjugata externa.

Baudelocque bestimmte als Endpunkte des zu messenden Durchmessers das obere Ende der Schamfuge und die Grube an der Basis des Kreuzbeins, welche etwas unterhalb des Processus spinosus des letzten Lendenwirbels liegt. Dieser letztere Punkt ist nicht in allen Fällen mit Leichtigkeit sicher zu bestimmen. Es sind deshalb mehrfache Vorschläge gemacht worden, um den-

---

1) Geburtshilfliche Demonstrationen. Taf. 32. Fig. 9 u. 10.

2) Burchard, Beschreibung eines Tasterzirkels zu Höhlen- und Dickenmessungen, vorzugsweise zu Untersuchungen des Beckens und des Kindskopfes bestimmt. Neue Zeitschrift für Geburtskunde. Band VII. pag. 1. — Durch Ansetzen eines Halbkreises mit Senkblei wollte Burchard den Zirkel auch als Neigungsmesser benutzen.

3) Busch, Lehrbuch der Geburtskunde. 5. Aufl. 1849. pag. 420.

4) Bei Velpeau, L'art des accouch. 3. éd. 1835. pag. 72.

5) D. E. Meyer, Geburtshilfliche Beobachtungen und Ergebnisse. Bremen 1838. pag. 160.

6) E. Martin, Handatlas für Gynäkologie und Geburtshilfe. 1862. Tafel 69.

7) Einige innere Beckenmesser, welche auch zur äußeren Messung dienen können, werden später erwähnt werden (Aitken, Boivin, van Huevel, Beck, Germann, Szymanowski, Lazarewitsch, Winkler).

selben mit möglichster Genauigkeit auffinden zu können. Zumeist werden jetzt die von MICHAELIS[1]) gegebenen Vorschriften befolgt. Neben der Fläche des Kreuzbeins sind zwei Gruben ausgeprägt, welche durch das hier feste Anliegen der Haut am Knochen (Spin. post. sup. oss. ilei) bedingt sind. Denkt man sich durch diese eine gerade Linie gezogen, so liegt der gesuchte Punkt 2,5 bis 5 cm oberhalb der Mitte derselben. Meist stellt er sich als das Ende einer flachen Vertiefung dar, welche, zwischen den Musc. longiss. dorsi herablaufend, am Anfang des Kreuzbeins endet. Durch das Gefühl ist meist der längere Dornfortsatz des Lendenwirbels von den weniger deutlich zu tastenden Dornfortsätzen des Kreuzbeins zu unterscheiden. Das Gefühl leitet besser als das Gesicht; das Aufsuchen der Verbindungslinie der Spin. post. sup. kann täuschen, indem der Spielraum von 2,5 bis 5 cm ein recht erheblicher ist, auch können die gesuchten Punkte bei fehlerhaften Becken tiefer herabsinken, sogar bis in die verbindende Linie. Man sucht übrigens auch nicht gar selten vergeblich nach den Gruben[2]). Die mittlere Grenze des möglichen Irrtums, wie sie sich aus wiederholten Messungen derselben Personen ergiebt, beträgt nach DOHRN 0,5 cm. Nach seinen Zusammenstellungen kann ein solcher Irrtum recht erhebliche Fehler bei der Berechnung der Conj. vera involvieren[3]). — Man wird immerhin gut thun, stets Gesicht und Gefühl gleichzeitig zu Hilfe zu nehmen; in zweifelhaften Fällen kann man auch die Dornfortsätze von oben herab zählen[4]).

Die Messung wird am bequemsten in der Seitenlage ausgeführt; die Knöpfe des Zirkels drücke man möglichst tief ein, um den Fehler, welcher durch die Dicke des Panniculus bedingt ist,

---

1) l. c. pag. 84.

2) Vgl. DOHRN, Über die Beziehungen zwischen Conj. ext. und Conj. vera. Monatsschrift für Geburtskunde. Bd. XXIX. pag. 291; DOHRN hält mit Recht das Maß der Conj. ext. für schwerer zu nehmen als den Abstand der Spinae und Cristae; ebenso HECKER, Klinik der Gebk. I. pag. 98.

3) l. c. pag. 299.

4) CREDÉ empfahl (Monatsschrift f. Geburtskunde Bd. 5. pag. 67; Klinische Vorträge über Geburtshilfe, Berlin 1854, II. Abteilung pag. 620) den Punkt dadurch sicher zu finden, daß man über die hinteren, höchsten Punkte der Darmbeinschaufeln eine Querlinie zieht; etwa 3,5 cm unterhalb des Kreuzungspunktes mit der Wirbelsäule liege der Punkt. Den Dornfortsatz erkenne man ferner gut, wenn man mit dem Kreuz Vorwärts- und Rückwärtsbewegungen machen läßt.

möglichst zu verringern; das Ablesen geschieht am besten, während der Zirkel noch liegt.

BAUDELOCQUE glaubte nun gefunden zu haben, daß die Dicke der die äußere Conjugata mitkonstituierenden knöchernen und weichen Teile eine so konstante Größe sei, daß durch ihren Abzug die Conj. vera mit Sicherheit bestimmt werde. $2\frac{1}{2}$ Zoll sollte die Dicke des Kreuzbeins, $\frac{1}{2}$ Zoll die der Symphyse betragen, so daß ein Abzug von 3 Zoll das gesuchte Maß lieferte. Diese Maße will er so beständig gefunden haben, daß in 30 bis 35 in allen möglichen Graden engen und fehlerhaften Becken nicht mehr als höchstens eine Linie Unterschied sich fand [1]). — Es ist heuzutage bewiesen, daß eine solche Zuverlässigkeit des Maßes nicht existiert, und es ist schwer zu begreifen, wie BAUDELOCQUE eine solche Behauptung hat aufstellen können. MICHAELIS sagt hierüber [2]): „Es ist dies ein solcher Fall, wie er öfter in der Geschichte einer Wissenschaft vorkommt, wo die Theorie eine Verblendung über Facta schuf, deren Existenz man zugeben muß, ohne sich über deren Möglichkeit weiter den Kopf zu zerbrechen".

MICHAELIS hat den Wert der Conj. ext. geprüft und die Angaben BAUDELOCQUE's erheblich eingeschränkt. Seine sorgfältigen Messungen ergeben folgende Resultate: die Größe der Conj. ext. schwankt bei der Lebenden von 16,2 bis 23,5 cm [3]), also um 7,3 cm, am trockenen Becken von 11,7 bis 22,2, also um 10,5 cm. Im Mittel beträgt die Conj. ext. bei Lebenden 20 cm, mehr als die Hälfte aller Becken mißt 19,5 bis 21 cm; der mittlere Abzug muß mindestens 9,2 sein (nach BAUDELOCQUE nur 8 cm). Bei engen Becken betrug die Conj. ext. im Mittel 18,9 cm, also nur 1,1 weniger als das allgemeine Mittel, während die Conj. vera bei diesen Becken im Mittel um 2,2 cm verengt war, so daß die Conj. ext. die Verengerung nur zur Hälfte ausdrückt. Die Größe des Ab-

---

1) „épaisseurs, qui varient si peu, qu'elles ne nous ont pas offert au-dela d'une seule ligne de différence sur le nombre de trente à trente-cinq bassins viciés, resserrés de toutes les manières et à tous les degrés possibles" . . . . . „Le résultat de ce procédé est si exacte, que le bassin, mesuré à l'ouverture du cadavre avec le compas ordinaire, ne s'est trouvé dans aucune de nos expériences au-dela d'une ligne, soit au-dessus, soit au-dessous de l'estimation, que nous en avions faite."

2) l. c. pag. 38.

3) Ich gebe alle Maße in Centimetern; die in den angeführten Arbeiten enthaltenen Maßangaben nach Zoll und Linien sind umgerechnet (12 Zoll = 32,5 cm).

zugs schwankte bei trockenen Becken von 4,25 bis 9,25 cm, also um 5 cm. Der Unterschied der Conj. ext. an der Lebenden und am trockenen Becken beträgt im Mittel 1,8 cm (Schwankungen von 0,6 bis 3,2 cm). Im einzelnen Falle lassen alle diese Mittelwerte keinen sicheren Schluß zu. Man kann nur sagen, daß, wenn die Conj. ext. unter 18,9 cm mißt, in etwa der Hälfte der Fälle (46 %) ein enges Becken vorliegt; mißt sie dagegen über 21,6, so wird man es kaum je mit einem engen Becken zu thun haben.

Credé[1]), Schröder[2]) und Dohrn[3]) bestätigten im wesentlichen Michaelis.

Sehr instruktiv sind die in Kurven gegebenen graphischen Darstellungen von Dohrn. So ersieht man daraus gut das Verhältnis von Conj. ext. und Conj. vera. Beide Conjugaten wachsen zusammen, die Conj. vera aber sehr unregelmäßig; bei zunehmendem Aufsteigen tritt geringe Divergenz der Kurven ein, d. h. bei größerem Maß der Conj. ext. ist ein größerer Abzug notwendig.

Schröder macht mit Nachdruck auf die Fehlerquellen der Messung aufmerksam. Diese sind: 1) wechselnde Dicke der Knochen; die Symphyse schwankte meist nur von $1\frac{1}{4}$ bis $1\frac{3}{4}$ cm, dagegen die hintere Beckenwand von $5\frac{1}{2}$ bis $8\frac{1}{2}$ cm; die Dicke der Wirbel ist durchaus nicht immer dem übrigen Knochenbau ent-

---

1) Credé, Klin. Vorträge, II. pag. 621. — Bei 117 skelettierten Becken betrug die Differenz zwischen Conj. ext. und Conj. vera 3mal 4,7 cm, 2mal 5 cm, 4mal 5,3 cm, 8mal 5,8 cm, 11mal 6,1 cm, 17mal 6,3 cm, 20mal 6,7 cm, 17mal 7,2 cm, 8mal 7,4 cm, 14mal 7,8 cm, 5mal 8,1 cm, 7mal 8,4 cm, 1mal 9,2 cm.

2) Schröder, Über den Wert der verschiedenen Messungsmethoden zur Schätzung der Conj. vera an der Lebenden. Monatsschr. f. Gebk. Bd. XXIX, pag. 23 ff. — Messungen an trockenen Becken. Bei 28 normalen Becken schwankte der Abzug von $6^{3}/_{4}$ bis $9^{1}/_{2}$ cm, also um $2^{3}/_{4}$ cm; bei 40 fehlerhaften Becken von $6^{1}/_{4}$ bis $9^{1}/_{4}$. Unter 68 Becken betrug der Abzug 1mal $6^{1}/_{4}$, 3mal $6^{3}/_{4}$, 3mal 7, 3mal $7^{1}/_{4}$, 7mal $7^{1}/_{2}$, 8mal $7^{3}/_{4}$, 11mal 8, 6mal $8^{1}/_{4}$, 9mal $8^{1}/_{2}$, 9mal $8^{3}/_{4}$, 1mal 9, 6mal $9^{1}/_{4}$, 1mal $9^{1}/_{2}$ — also schwankte die Differenz in äußersten Grenzen um $3^{1}/_{4}$ cm. — Im Durchschnitt betrug der Abzug für normale Becken 8,12 cm, zu große Becken 8,25, allgemein verengte 7,9, platte Becken 8,43, rhachitische Becken 8 cm.

3) Dohrn, Über die Beziehungen zwischen Conj. ext. und Conj. vera. Mon. f. Geb. Bd. XXIX, pag. 291 ff. — Er fand als Mittel für den Abzug 10,3, für normale Becken 10,4, für allgemein verengte 9,9, platte Becken 10,4. — Als Mittel für die Conj. ext. bei engen Becken 18,4, bei nicht engen 20,8 cm.

sprechend; am stärksten wechselt die Länge des Proc. spinosus. 2) Die Conj. ext. liegt nicht in einer geraden Linie mit der Conj. vera; das Promontorium steht fast stets höher als die Linie der Conj. ext. [1]). Dazu kommen dann noch die Einflüsse der Weichteile.

So viel geht aus den Messungen mit Sicherheit hervor, daß die Differenz zwischen Conj. ext. und Conj. vera in sehr erheblichen Grenzen schwankt. Ganz sichere Resultate lassen sich gewinnen durch den Vergleich der Messung der Conj. ext. an der Lebenden mit der direkten Messung der Conj. vera bei der Sektion. Solche Fälle stehen natürlich einem Beobachter nur in geringem Grade zur Verfügung und besonders heutzutage sind die Geburtshelfer glücklicher Weise nur sehr selten in der Lage, solche Vergleiche anstellen zu können. Wollte einer dies thun, so müßte er Untersuchungen an dem Material einer großen, inneren Klinik anstellen, wo reichlich Gelegenheit, Sektionen zu machen, gegeben ist[2]). Aber schon die Zahl von mitgeteilten Fällen läßt erkennen, wie erheblich die Schwankungen sind. Bei Michaelis schwankte unter 12 Fällen der Abzug von 7,5 bis 12, also um 4,5 cm; bei Schröder in 3 Fällen um 2,5 cm; ähnliche Resultate zeigten 16 Fälle von Credé[3]) (Schwankungen von 6,3 bis 9,5); Martin[4]) berichtet über 49 Fälle (Schwankungen von 5,5 bis 11,4). Ich füge noch die Angabe von Spiegelberg[5]) hinzu, welcher bei einer Conj. vera von 8 cm die Conj. ext. schwankend fand von 15 bis 19 cm, bei einer Conj. vera von 7,5 die Conj. ext. von 15 bis 20 cm. Aber auch die Untersuchung am trockenen Becken hat genügenden Aufschluß gegeben.

---

1) Vgl. auch Betschler, Rust's Magazin, Bd. XVII, pag. 486 ff. — Ritgen bestimmte die Länge der wahren Conj. ext., d. i. der Fortsetzung der Conj. vera bis in die äußerlich sichtbare Rückenlinie, auf 21,5 cm.

2) Auch andere Beckenmessungen könnten auf diese Weise noch fruchtbringende Resultate bringen, so vor allem auch der Vergleich vorher geübter innerer Beckenmessung mit den direkt nach Eröffnung des Abdomens genommenen Maßen. Derartige Messungen sind ferner deshalb besser als am trockenen Becken vorgenommene, weil bei ihnen die Maße innerhalb der auskleidenden Weichteile genommen werden können, was den für den Geburtsmechanismus in Betracht kommenden Maßen besser entspricht. Vgl. Löhlein, Zeitschr. f. Gebh. u. Frauenk. von E. Martin u. H. Fasbender, Bd. I, pag. 54 ff.

3) l. c. pag. 622.

4) Mon. f. Gebk. Bd. XXX, pag. 334.

5) l. c. pag. 398.

Meine Messungen an skelettierten Becken[1]) ergaben Schwankungen des Abzuges von $5\frac{1}{2}$ bis $10\frac{1}{2}$ cm; im Mittel betrug derselbe 8 cm. Die Dicke der Wirbelsäule schwankte von 5 bis $9\frac{1}{2}$, die der Symphyse von $\frac{1}{2}$ bis $2\frac{1}{4}$ cm. Ich fand bei einer Conj. vera von 8 die Conj. ext. schwanken von 15 bis 18 cm, bei einer Conj. vera von 8,5 die Conj. ext. von 15,5 bis 18, bei einer Conj. vera von 9 die Conj. ext. von 16 bis 19, bei einer Conj. vera von 9,5 die Conj. ext. von 16 bis 20, bei einer Conj. vera von 10 die Conj. ext. von 17 bis 20, bei einer Conj. vera von 10,5 die Conj. ext. von 17 bis 20,5, bei einer Conj. vera von 11 die Conj. ext. von 17,5 bis 20,5 cm. In 30% der Fälle wurde bei Abzug des Mittelmaßes ein Fehler begangen, welcher größer als 1 cm war.

Die Ausbeute für die Diagnose kann also nur eine bedingte sein. Da man nie wissen kann, ob man es mit einem Fall zu thun hat, welcher sich den gefundenen Mittelwerten anschließt, oder mit einer der vielen Ausnahmen, so kann nie ein sicherer Schluß erlaubt sein. Es ist jedenfalls nicht zu verantworten, aus dem Maße der Conj. ext. allein ein Urteil über die Größe der Conj. vera abzuleiten. In den Fällen, in welchen ein Schluß wegen extremer Kleinheit des Maßes (unter 16 cm) gestattet wäre, sind meist leicht andere diagnostische Anhaltspunkte zu gewinnen.

Immerhin darf natürlich der Conj. ext. nicht aller Wert abgesprochen werden. Ein geringes Maß wird stets den Verdacht erregen, daß eine Beckenenge vorliege, und zu weiterer Untersuchung dringend auffordern. Auch der Vergleich des Maßes mit anderen Maßen (mit den äußeren Quermaßen) kann Bedeutung für die Beurteilung der Form des Beckens haben[2]).

Die äufseren Quermafse.

Es lag nahe, ähnlich wie die Conj. ext. für Bestimmung der Conj. vera zu verwerten, so auch die äußeren Querdurchmesser

---

1) Es standen mir über 100 skelettierte Becken zur Verfügung, meist sehr gut erhaltene Bänderbecken; nur solche verwertete ich. Ich befolgte bei den Messungen die Vorschriften von Michaelis. — Über die Verwertung der an trockenen Becken gefundenen Resultate vgl. Dohrn, Mon. f. Geb. Bd. XXXI, pag. 307.

2) Der gegen die Messung zuweilen gemachte Vorwurf, sie ließe etwaige durch Geschwülste oder Knochenvorsprünge bedingte Beckenverengerungen nicht erkennen, ist natürlich ohne Belang, wenn, wie es selbstverständlich ist, der äußeren Messung die innere digitale Exploration folgt.

des großen Beckens heranzuziehen, um den Querdurchmesser des Beckeneingangs kennen zu lernen.

Schon BAUDELOCQUE erwähnt diese Art der Messung[1]). Auch hier war es MICHAELIS, welcher diese Maße genauer analysierte und die ihnen zugesprochene Bedeutung für Erkennung des inneren Querdurchmessers erheblich einschränkte. Wie aber vor ihm der Wert bei weitem überschätzt wurde[2]), so geschah es auch noch später, selbst bis in die neueste Zeit hinein.

Es sind zwei Distanzen, um deren Messung es sich hier wesentlich handelt: 1) der Abstand der beiden Spinae ant. sup. oss. il. (Sp.), 2) der größte Abstand der Cristae oss. il. (Cr.).

Die normalen Mittelwerte für diese Maße werden verschieden angegeben[3]), und liegt dies z. Th. an der verschieden geübten Art der Messung.

Vor MICHAELIS wurde das Maß der Spinae meist von den inneren Rändern der Lineae pectineae aus genommen; MICHAELIS erklärte diese Punkte mit Recht für unbrauchbar und gab die Methode an, welche jetzt üblich ist: die Meßpunkte werden genau am Außenrand der an die Spina sich ansetzenden Sehne des Musc. sartorius genommen; zur genaueren Messung riet MICHAELIS, die Knöpfe des Zirkels noch einmal nach unten abgleiten zu lassen und dann erst die Sehne wieder zu fassen[4]).

Das Maß der Cristae findet man, indem man von den Spinis mit den Knöpfen des Zirkels auf der Linea pectinea rückwärts geht, bis das größte Maß erreicht ist. Bildet der Abstand der Spinae das größte Maß, so begnüge man sich entweder damit, überhaupt

---

1) l. c. pag. 122.

2) Vgl. z. B. MECKEL in der Übersetzung von BAUDELOCQUE, pag. 122, Anm. k; CREVE, Vom Baue des weiblichen Beckens. Leipzig 1794. pag. 58: „Hat das Becken nicht durch englische Krankheit oder durch einen Bruch gelitten, so macht bei vollkommen weiblichem Bau der Durchmesser, der von der Mitte des Kammes des rechten Darmstückes zu jener des linken geht, gerade die Hälfte des Querdurchmessers des Eingangs des kleinen Beckens aus.“

3) Am meisten finden sich die Masse Sp. = 26, Cr. = 28 verzeichnet.

4) l. c. pag. 90. — Vgl. ferner über die Technik der Messung und die Uneinigkeit der Meßpunkte: AHLFELD, Berichte und Studien, pag. 36. — RUMPE, Kurzer Beitrag zur Beckenmessung. Centralblatt für Gyn. 1884, Nr. 46. BALANDIN, Klinische Vorträge aus dem Gebiete der Geburtshülfe und Gynäkologie. 1. H. Petersburg 1883.

dieses Verhältnis (Cr.<Sp.) zu konstatieren, oder nehme das Maß 6—7 cm hinter den Spinis.

Michaelis kam bei seinen Messungen zu folgenden Resultaten: Beide Maße sind sehr wechselnd (Spinae: an der Lebenden 22,2 bis 32,3, am trockenen Becken 18,9 bis 28,0. Cristae: an der Lebenden 25,0 bis 35,0, am trockenen Becken 22,2 bis 30,2), und man kann von ihnen selten auf die Enge und Weite des Beckens schließen. Der mittlere Unterschied der Maße an der Lebenden und am trockenen Becken beträgt für Sp. 1,8 cm (Schwankungen von 0,9 bis 2,7 !), für Cr. 1,3 cm. Bei rhachitischem Becken ist im allgemeinen das Maß der Sp. größer (im Mittel 27,7) als bei weiten. Das Maß der Cr. dagegen ist bei engen Becken kleiner (im Mittel 28,3 cm). Breite der Hüftgegend allein liefert kein Zeichen für die Weite des Beckens. Bei gut geformten Becken sinkt das Maß der Sp. unter das Mittel, das der Cr. steigt. Wichtige Ergebnisse ergiebt die Vergleichung beider Maße. Bei regelmäßig weitem Becken ist das Maß der Cr. im Mittel 3 cm (im Maximum 4,7 cm) größer als das der Sp., bei rhachitischem Becken sinkt die Differenz bis auf 0 oder geht sogar in das entgegengesetzte Verhältnis über. Bei gleichmäßig verengtem Becken bleibt das Verhältnis beider Maße ungefähr gleich, beide können um fast 8 cm unter das Mittel sinken. Ein Vergleich beider Maße mit der Conj. ext. ergab, daß mit dem Größerwerden der Conj. ext. die Differenz zwischen Sp. und Cr. ungefähr gleich blieb, dagegen die Differenzen zwischen Conj. ext. und Sp., sowie zwischen Conj. ext. und Cr. abnahmen.

Ein Vergleich mit dem inneren Querdurchmesser zeigte, daß die Abweichungen zu unbedeutend sind, um für den einzelnen Fall einen sicheren Schluß zu gestatten; so z. B. war das Maximum der Cr. bei kleinstem inneren Querdurchmesser fast gerade so groß — nur 2 mm Differenz — wie das Minimum bei größtem inneren Querdurchmesser[1]).

Überblickt man diese Resultate, so muß zugegeben werden, daß die Messung der äußeren Quermaße von Wert für die Erkenntnis der Form des Beckens (besonders des rhachitischen) sein kann. Doch zeigen mehrfache Beobachtungen, daß hierbei Irrtümer möglich sind. So fand Fritsch in einer großen Zahl rhachitischer Becken

---

1) l. c. pag. 104. Tab. 26.

die Verringerung der Differenz nicht[1]). Schröder[2]) erwähnt ein Beispiel, wo bei einem exquisit rhachitischen Becken mit einer Conj. vera von 6 cm das Maß der Cr. das der Sp. übertraf.

Daß die Maße keinerlei Anhalt für die Größe des inneren Querdurchmessers gewähren, steht außer Zweifel. Es ist dies auch ganz erklärlich, da wir für die Beurteilung der Dicke der Knochen und der sie bedeckenden Weichteile, ebenso für Bestimmung der Höhe der Darmbeinschaufeln und ihrer Neigung zum Horizont keine sicheren Anhaltspunkte haben. Vorzüglichen Beleg hierfür geben die sorgfältigen, an 262 Becken angestellten Messungen von Scheffer[3]). Dieselben zeigen zur Evidenz, „daß ein konstantes Verhältnis zwischen dem Querdurchmesser des Beckeneingangs und den beiden äußeren Quermaßen durchaus nicht obwaltet, daß vielmehr die Differenz dieser Maße sich sehr verschieden stellt je nach dem Größenwert des Quermaßes, je nach der Gattung des untersuchten Beckens und je nach der Beschaffenheit des einzelnen Falles“. Man vergleiche z. B. nur in den Scheffer'schen Listen Nr. 8 und Nr. 166; bei diesen beiden ist die Dist. Cr. gleich (28 cm) und die inneren Querdurchmesser differieren um 3,3 cm (11,2 uud 14,5). Ebenso zeigen Nr. 7 und Nr. 167 gleiche Maße der Sp. (25,7), während die inneren Querdurchmesser ebenfalls um 3,3 cm differieren. Trotz dieser Resultate zieht Scheffer aber doch aus seinen Tabellen gewisse Schlußfolgerungen für das Verhältnis der äußeren zu dem inneren Maß; diese können aber keine Bedeutung haben aus dem bereits oben bei Besprechung der Conj. ext. angeführten Grunde; wir wissen im einzelnen Falle nicht, ob wir es mit einem Becken zu thun haben, welches sich den aus großen Zahlen genommenen Mittelwerten anschließt.

Um mich selbst von den Verhältnissen zu überzeugen, habe ich meine Messungen mit denen Scheffer's verglichen. Ich fand seine Resultate durchaus bestätigt, d. h. die Inkonstanz zwischen der Größe der äußeren Quermaße und der des inneren Querdurchmessers war eine so große in einer so bedeutenden Zahl von Fällen,

1) Fritsch, Klinik der geburtshilflichen Operationen. 3. Aufl. 1880. pag. 253.

2) Monatsschrift für Geburtskunde, Bd. 29, pag. 25.

3) R. Scheffer, Zur Diagnose des Querdurchmessers des Beckeneingangs. Diss. Marburg 1864. — Über das Verhältnis des Abstandes der Spinae und Cristae ilium zu dem Querdurchmesser des Beckeneingangs. Mon. f. Geb. Bd. XXI pag. 299. Vgl. auch: Löhlein, Zeitschrift für Geburtshilfe u. Frauenk. Bd. I. pag. 54.

daß sichere Schlüsse nicht abgeleitet werden können. Ich fand sowohl bei normalen oder fast normalen äußeren Maßen erhebliche Verkürzungen des inneren Querdurchmessers, als auch bei normalem oder fast normalem inneren Durchmesser kleinere äußere Maße.

So fand ich z. B. bei einem Maß der Sp. von 21 cm und der Cr. von 23½ cm den inneren Querdurchmesser schwanken von 10,0 bis 13,5; bei einem Maße der Sp. von 26, Cr. 28 den inneren Querdurchmesser schwanken von 11,5 bis 14,0 cm.

Auch zeigten sich Beispiele dafür, daß aus dem Verhältnis der Größe der Sp. zu der der Cr. nur mit Vorsicht ein Schluß auf die Beckenform gemacht werden darf. Unter 10 rhachitischen Becken fand ich 3mal das normale Verhältnis der Sp. zu den Cr. (die Cr. waren 2, 2½ und 3 cm größer als die Sp.).

Es ist nach solchen Resultaten schwer zu begreifen, wie immer noch in praxi Schlüsse aus den äußeren Quermaßen auf den inneren Querdurchmesser gemacht werden können[1]).

Es läßt sich dies nur dadurch erklären, daß, bei dem anerkannten Bedürfnis, den inneren Querdurchmesser der Erkenntnis zuzuführen, und bei dem Mangel einer Methode, denselben sicher und bequem zu bestimmen, man sich, um wenigstens einigen Anhalt zu haben, an ungewisse Zeichen anklammerte.

Die Distanz der Trochanteren.

Schon a priori ist es einleuchtend, daß die Entfernung der Trochanteren noch viel weniger einen Schluß auf den inneren Querdurchmesser gestatten kann als die Maße der Cr. und Sp., da die Richtung und Länge des Femurhalses bekanntlich eine sehr variable ist. So ist auch, seit die äußere Beckenmessung methodisch geübt wird, d. h. seit Michaelis, kaum von dem Maße Gebrauch gemacht worden. In früherer Zeit allerdings war dies der Fall[2]).

Die Messung selbst ist eine einfache; während die Frau flach

---

1) Sogar noch in Spiegelberg's Geburtshilfe (pag. 397) wird der Wert der äußeren Maße überschätzt, wenn auch der Schluß auf den inneren Querdurchmesser als nicht verläßlich bezeichnet wird. — In neuerer Zeit hat Küstner wiederholt das Unzuverlässige der genannten Schlüsse betont. Vgl. Archiv f. Gyn. Bd. XVII, pag. 57.

2) Vgl. z. B. Meckel, Übersetzung von Baudelocque, pag. 123. Anm. „Ein guter Querdurchmesser der Beckenhöhle wird angezeigt, wenn der Abstand der Trochanteren 35 cm beträgt, ein verhältnismäßig kleinerer bei geringerem Abstand.“

mit ausgestreckten Beinen und aneinanderliegenden Knieen liegt, sucht man die breiteste Stelle der Trochanteren. Die Größe des Maßes beträgt im Mittel 32 cm. Das Verhältnis zur Breite des Beckens kann wechselnd sein; meist ist (nach MICHAELIS) Tr. 2,7 cm größer als Cr., zuweilen 6,8 cm größer, in einzelnen Fällen nur 0,7 cm; mitunter schwindet die Differenz ganz. Dabei schwankt das Maß bei weiten und engen Becken innerhalb derselben Grenzen[1]). Die einzige verwendbare, aus den Messungen abzuleitende Regel ist, daß aus Schmalheit der Hüften kein Schluß auf Beckenenge gemacht werden darf. Auffallend geringe Größe wird natürlich Verdacht erregen.

Zu erwähnen ist noch, daß E. MARTIN[2]) das Verhältnis von Tr. zu Cr. für die Diagnose des osteomalacischen Beckens verwerten zu können glaubte; bei dieser sei Tr. = Cr. oder sogar Tr. < Cr.

Die äufseren Schrägmafse.

Für die Diagnose des schräg verengten Beckens hat NÄGELE, welcher diese Art von Becken zuerst eingehend gewürdigt hat[3]), folgende Beckenmaße angegeben:

1) vom Tuber ischii der einen Seite zur Spina post. sup. der anderen;
2) von der Spina ant. sup. der einen Seite zur Spina post. sup. der anderen;
3) vom Proc. spin. des V. Lendenwirbels zur Spina ant. sup. beiderseits;
4) vom Trochanter maior der einen Seite zur Spina post. sup. der anderen;
5) vom untern Rand der Symphyse zur Spina post. sup. beiderseits.

Die Ausbeute aber, welche diese Messungen gewähren, ist, wie Untersuchungen gezeigt haben, keine sehr bedeutende. Ausführliche Mitteilungen hierüber liegen von SCHNEIDER[4]) und

1) MICHAELIS: „Ich habe nicht entdecken können, ob die Trochanterenbreite irgend einen Bezug auf Weite oder Art des Beckens hat."

2) Berliner klin. Wochenschr. 1866, Nr. 14.

3) Heidelb. klin. Annal. X pag. 449. — Das schräg verengte Becken. Mainz 1839.

4) SCHNEIDER, Berichte der Marburger Ges. z. Beförd. d. ges. Naturw. Nov. 1866. — Monatsschr. f. Geb. Bd. XXIX, pag. 273.

Gruner[1]) vor. Dieselben waren wesentlich veranlaßt durch die Empfehlungen von E. Martin[2]), welcher besonders dem zweiten Nägele'schen Maß große Bedeutung beilegte. Er behauptete, daß in der Regel, d. h. bei wohlgebauten Becken, beide schräge Durchmesser des großen Beckens gleich groß wären; bei Verschiebung des Promontoriums hingegen nach einer Seite sollten sich die genannten Linien ungleich verhalten; der kürzere, äußere Durchmesser sollte auch dem kürzeren inneren entsprechen. Die Untersuchungen von Schneider (Messungen an 106 trockenen Becken) und Gruner (110 Becken), welche unabhängig von einander ausgeführt wurden, ergaben folgende übereinstimmende Resultate: Mit Zunahme der äußeren Schrägmaße werden zwar auch die inneren größer, jedoch ist die Zunahme ganz unregelmäßig; im einzelnen Fall kann der Irrtum erheblich sein. Da die inneren Maße in geringerem Grade zunehmen als die äußeren, so müßte ein etwaiger Abzug um so geringer ausfallen, je kleiner das äußere Maß ist; bei sehr kleinen und sehr großen äußeren Maßen würde die Schätzung am unzuverlässigsten sein. Besonders hervorzuheben ist, daß gerade bei den schräg verengten Becken die Schwankungen am größten waren, wo nicht nur öftere Abnahme der inneren Maße bei gleichzeitiger Zunahme der äußeren öfters vorkommt, sondern sogar Sprünge bis über 5 cm. Ein sicheres Verhältnis zwischen den Differenzen der äußeren Maße und denen der inneren ist nicht vorhanden. Gleiche Länge der äußeren Schrägmaße rechtfertigt keinen unbedingten Schluß auf vollkommene Symmetrie des kleinen Beckens. Erst wenn die Differenz der äußeren Maße 1 cm beträgt, scheint eine völlige Symmetrie des kleinen Beckens nicht mehr vorzukommen; aber auch hier bleibt die Differenz der inneren Schrägmaße noch oft eine minimale.

Die Differenz der äußeren Maße muß schon mindestens $1\frac{1}{2}$ cm betragen, wenn der Schluß auf Asymmetrie einigermaßen zuverlässig sein soll. Aber über den Grad der Asymmetrie wird gar kein Anhalt gewonnen, da bei denselben äußeren Differenzen verschiedene innere Differenzen vorkommen.

Wenn auch meist das kleinere äußere Maß mit dem kleineren inneren, das größere äußere mit dem größeren inneren zusammenfällt,

1) Gruner, Zeitschrift f. rationelle Medizin. Bd. XXXIII. 1868. pag. 242. Über den Wert der äußeren Schräßgmaße des großen Beckens.

2) E. Martin, Berl. klin. Woch. 1866. Nr. 14. Über geb. Pelvimetrie und bes. die äußere Beckenmess. Ferner: M. f. G. XXX, pag. 332.

so kommt doch auch das Umgekehrte vor, so daß man auf die Vermutung einer Schrägheit geführt werden könnte, welche der vorhandenen entgegengesetzt ist[1]).

Bei meinen Messungen fand ich diese Angaben im wesentlichen bestätigt; bei erheblicher schräger Verschiebung (mehr als $1\frac{1}{2}$ cm Differenz der inneren Schrägmaße) fand ich jedoch stets auch die äußeren Schrägmaße im gleichen Sinne verschieden, mindestens eine Differenz von 1 cm zeigend. Umkehrung des Verhältnisses, so daß aus den äußeren Maßen der falsche Schluß hätte gemacht werden können, fand ich nur bei unbedeutenden Differenzen.

Diese Resultate bestätigen übrigens nur die bereits von Litzmann[2]) angestellten Messungen. Dieser zeigte überhaupt, daß für die Diagnose des schrägverengten Beckens sämmtliche Nägele'schen Maße nur bei Nachweis größerer Differenzen von Nutzen seien.

Daß die Differenzen der äußeren Schrägmaße keinen Schluß auf den Grad des Unterschiedes der inneren Diagonalen gestatten, zeigten auch Messungen von Simon Thomas[3]). Dieser gab ferner an, vom Proc. spin. des V. Lendenwirbels nach beiden Spin. post. sup. zu messen. Eine auffallende Ungleichheit dieser Maße wird die Diagnose eines Nägele'schen Beckens (Ileosacralsynostose) erheblich stützen können[4]).

Wenn also auch die Messung der äußeren Schrägmaße nur sehr bedingte Schlüsse gestattet, so kann sie immerhin bei bereits bestehendem Verdacht schräger Beckenverengerung diesen unterstützen und bei der aus anderen Zeichen (besonders innere Austastung und Messung) gewonnenen Diagnose von Interesse sein. In solchen Fällen möge man sie immerhin üben. Bei jeder Schwangerenuntersuchung diese Maße zu nehmen, wäre überflüssiger Zeitverlust.

---

1) So z. B. finden sich erhebliche Umkehrungen der Differenzen in einem Fall von Schneider (l. c. pag. 287), und auch Martin (M. f. G. Bd. XXX, pag. 333) muß zwei solche Fälle zugeben.

2) Litzmann, Das schrägovale Becken. Kiel 1853.

3) S. Thomas, Das schräg verengte Becken. Leyden und Leipzig 1861.

4) Michaelis (l. c. pag. 142) empfahl, von der Spin. ant. sup., ebenso vom Trochanter einer Seite zur Crista ossis ilei der anderen Seite zu messen.

Distanz der Spinae post. sup. oss. il.

Der Abstand der Spinae post. sup. oss. il., der an der Lebenden meist mit Sicherheit zu messen ist (Meßpunkt ist die Mitte der Grube, welche hier durch das feste Anliegen der Haut am Knochen bedingt ist; ist die Grube nicht deutlich, so läßt das Gefühl die Punkte erkennen), wurde von MICHAELIS auf 9,8 cm für normale Becken bestimmt.

Da die Verkürzung des Querdurchmessers, wie die Untersuchungen von LITZMANN [1]), RIES [2]) und LÖHLEIN [3]) zeigten, zumeist bedingt ist durch geringe Breitenentwicklung des Kreuzbeins, so läßt sich erwarten, daß der von der Breite des Kreuzbeins abhängige Abstand der Spinae post. Anhalt für die Diagnose gewähren könne. LITZMANN empfahl aus diesem Grund die Messung. Ein kleines Maß wird mit Recht Verdacht erregen, doch ist Vorsicht bei Verwertung des Maßes geboten. Wenn auch die Maxima des Maßes bei weiten Becken im allgemeinen größer sind, als bei engen, so sind doch die Minima fast gleich[4]). Dies bestätigen auch meine Messungen; ich fand für normale Becken als Durchschnittsmaß 10,2, dabei aber Schwankungen von 8 bis zu 12. Für Becken, welche in querer Richtung verengt waren, im Durchschnitt 8,5, dabei Schwankungen von 7,5 bis 10,5. Ferner ist allerdings beim allgemein verengten platten Becken die Distanz deutlich kleiner, doch beim allgemein gleichmäßig verengten Becken ist der Abstand relativ größer[5]), was, wie LITZMANN hervorhebt, dadurch begründet ist, daß hier das Kreuzbein eine wenig vorgerückte Lage zwischen dem Hüftbein und geringe Neigung nach vorn hat.

Länge des Kreuzbeins.

Die Messung der Länge des Kreuzbeins erwähnt bereits BAUDELOCQUE, [6]) welcher von der Grube am oberen Ende des Kreuzbeins bis zur Steißbeinspitze maß und die normale Größe mit 11 bis 13,5 cm angab. Die Empfehlung von MICHAELIS, man soll als unteren Endpunkt den Anfang der Rima nehmen, da wo die

---

1) Die Formen des Beckens.

2) RIES, Zur Kenntnis des allgemein gleichmäßig verengten Beckens. Diss. Marburg 1868.

3) l. c. — Vgl. auch: Über die Kunsthilfe bei der durch allg. Beckenenge erschwerten Geburt. Diss. Berlin 1870.

4) MICHAELIS, l. c. pag. 102.

5) Vgl. LÖHLEIN, Zeitschr. f. Geb. XI, pag. 28.

6) l. c. pag. 117 u. pag. 125.

Glutaeen sich berühren, kann zu Irrtümern führen (wie er selbst auch zugiebt). Doch ist das Maß nur von untergeordneter Bedeutung. Ein starke Verkürzung, etwa bis auf 8 cm (die normale Länge beträgt im Mittel 12,5), wird für Rhachitis verdächtig sein, doch können sehr erhebliche Schwankungen vorkommen.

Wichtiger schon ist die Messung des Höhenunterschiedes des oberen Randes des Kreuzbeins (die Grube unter dem Proc. spin. des letzten Lendenwirbels) von der Verbindungslinie der Spin. post. sup., indem ein Sinken unter das normale Mittelmaß (4,5 cm) häufig bei engen Becken auftritt[1]).

Länge des Hüftbeinkammes. Beckenumfang.

Weder die Messung der Länge des Hüftbeinkammes, noch die des Beckenumfanges kann Wert für die Beckendiagnose haben. Schon die geringe Verschiedenheit der Mittelwerte[2]) beweist dies für das erste Maß.

Dem Maß des Beckenumfangs wird auch nur ganz vereinzelt noch Bedeutung beigelegt[3]). Die Messung soll in der Weise vorgenommen werden, daß mit dem Bandmaß vom Proc. spin. des letzten Lendenwirbels zwischen Trochanter major und Darmbeinkamm zur Symphyse gemessen wird (Krause)[4]). C. Martin bestimmte den Mittelwert des Beckenumfangs nach zahlreichen Messungen auf 89 cm[5]). Schon die wechselnde Dicke der Weichteile kann so erhebliche Abweichung bedingen, daß ein Schluß auf die Peripherie des Beckeneingangs ungerechtfertigt wäre. Aber selbst wenn die Länge dieses durch die Messung erkannt werden könnte, so wäre damit für die Diagnose wenig gewonnen. Selbst bei normal langer Peripherie des Einganges kann doch seine Form durch Verkleinerung eines oder mehrerer Durchmesser so verändert sein, daß ernste Geburtsstörungen eintreten können[6]). Höchstens extreme Kleinheit des Maßes könnte den Verdacht der Verenge-

---

1) Michaelis, l. c. pag. 103.
2) Michaelis, l. c. pag. 104.
3) Vgl. Kleinwächter, Real-Encykl. der ges. Heilk. II. pag. 500.
4) Siehe: Nägele-Grenser, Gebh. 6. Aufl. 1867. pag. 150.
5) Geburtshilfliche und gynäkologische Maße und Gewichte. Mon. f. G. Bd. XXX, pag. 415 ff.
6) Vgl. Dohrn, Über Beckenumfang. Sammlung klin. Vortr. Nr. 11, pag. 7.

rung erregen. Die Behauptung von KLEINWÄCHTER[1]), daß das Messen der Peripherien beider Beckenhälften zur Erkennung von Asymmetrie des Beckens führen könne, bedarf des näheren Beweises; doch lohnt es, hierüber Prüfungen anzustellen.

Die äufsere Messung des Beckenausgangs.

Über die äußere Messung des Beckenausgangs finden sich allerdings schon bei BAUDELOCQUE Andeutungen[2]), doch wurde von den Geburtshelfern nach ihm kaum Gebrauch davon gemacht. Zur Messung des geraden Durchmessers des Ausgangs wurde die innere digitale Messung benutzt. MICHAELIS[3]) war der Meinung, daß diese Art der Messung keine genauen Resultate liefere, daß am besten noch eine Messung von außen mit dem Tasterzirkel gelinge[4]). Auf äußere Messung des Abstandes der Tubera ischii wurde meist verzichtet, weil wegen der dicken Weichteile keine genauen Meßpunkte aufgefunden wurden. Erst in der neuesten Zeit ist die äußere Messung der Dimensionen des Beckenausgangs wieder in Aufnahme gekommen durch die Empfehlungen und Vorschriften von BREISKY[5]). Dieser hat in richtiger Würdigung der Wichtigkeit des Gegenstandes sehr brauchbare Methoden zur Messung angegeben. Er mißt sowohl den geraden, als den queren Durchmesser des Beckenausgangs äußerlich.

Die Messung des erstern nimmt er in SIMS'scher Seitenlage vor und mißt von dem Punkte der Haut, welcher dem unteren Ende des Kreuzbeins aufliegt, zum Lig. arcuatum[6]). Der hintere Meßpunkt wird gefunden, indem Zeigefinger (von Vagina oder Rectum aus) und Daumen (von außen) das Steißbein zwischen sich fassen; bei normaler Beweglichkeit des letzteren läßt sich dann die untere Kreuzbeinspitze bestimmen; ist das Gelenk ankylosiert, so giebt das Aufsuchen der unteren Ecken des Kreuzbeins

---

1) l. c. pag. 502.

2) BAUDELOCQUE, l. c. pag. 124.

3) MICHAELIS, l. c. pag. 119.

4) Vgl. bereits bei VAN HUEVEL, Mémoire sur la pelvimétrie. Gand 1841. pag. 13 und 38. — Ferner CREDÉ, l. c. pag. 622.

5) BREEISY, Beiträge zur geburtshilflichen Beurteilung der Verengerungen des Beckenausganges. Medic. Jahrb. Wien 1870. Bd. XIX. Hf. I; NICOLAS, De la mensuration obstétricale des ouvertures inférieures du bassin. Diss. Bern; Neuchatel 1870.

6) Es wird dadurch der gerade Durchmesser der Beckenenge, nicht eigentlich der weniger wichtige des Ausganges bestimmt.

durch den innerlich eingeführten Finger Aufschluß. In der Regel entspricht der Punkt genau der oberen Grenze der Rima ani und markiert sich bei mageren Personen durch einen leichten Vorsprung. Der scharfe Rand des Lig. arcuatum wird durch die Schleimhaut des Vestibulum vaginae getastet. Während nun die linke Hand den einen Knopf des Tasterzirkels auf der Haut über der Articulatio sacro-coccygea fixiert, führt die rechte Hand den anderen Knopf zum vorderen Endpunkt; der in den Scheideneingang geführte Daumen tastet zur Seite des Urethralwulstes das Lig. arcuatum, schiebt das vordere Ende dieses Wulstes etwas beiseite und drückt nun den Knopf an die gefundene Stelle. Fig. 10 zeigt das Verfahren; dabei ist zu bemerken, daß der am Lig. arcuatum liegende Knopf des Tasterzirkels mit seiner äußeren Fläche dem Meßpunkte anliegt, daß daher ein der Dicke dieses Knopfes entsprechendes Maß zu dem auf der Skala angezeigten zuzurechnen ist[1]).

Breisky bezeichnete diesen Durchmesser als äußeren geraden der Enge (A. G. E.). Garfunkel[2]), welcher durch Messungen an 100 Lebenden und 75 Leichen die Untersuchungen von Breisky und Nicolas vervollständigte, bestimmte die Größe des A. G. E. (welchen er Conjugata isthmi externa nennt) an Lebenden auf 12,3 cm (Maximum 14, Minimum 10), an Leichen auf 12,2 (Maximum 14, Minimum 10,5) und den Abzug, um den zugehörigen inneren Durchmesser zu finden, auf 1,5 cm (Maximum 2,3, Minimum 1).

Den Querdurchmesser des Beckenausgangs mißt Breisky in folgender Weise: die zu Untersuchende nimmt Rückenlage mit erhöhtem Kreuz und mäßig gespreizten, flektierten Oberschenkeln ein, während die Füße auf der festen Unterlage des Lagers aufruhen. „In dieser Lage kann man die inneren Ränder der Tubera ischii an der äußeren Grenze des als Fossa recto-ischiadica bekannten Raumes auch bei sehr wohlgenährten Personen mit Deutlichkeit tasten“. „Die Tubera liegen nämlich alsdann dicht an der äußeren Grenze des hinteren Abschnittes der Schenkelfalte (wie man bequem wahrnehmen kann, wenn man den Finger auf den inneren Rand des Tuber legend einige kleine passive Adduktions- und Abduktionsbewegungen mit dem Beine vornimmt) und

---

1) Nicolas, l. c. pag. 27.

2) Garfunkel, Messungen am Beckenausgang. St. Petersburger mediz. Zeitschr. Neue Folge Bd. V. 1875. pag. 532 und Diss. St. Petersburg 1876.

sind eben deshalb leicht tastbar, weil das subcutane Fettlager, welches an der Schenkelfalte sehr gering ist, auch an deren hinterer Grenze nur allmälich mächtiger wird, niemals aber an dieser Stelle ein Stratum von solcher Dicke bildet, daß die deutliche Tastwahrnehmung der inneren Ränder der Tubera hier wesentlich behindert würde.“ Die Messungspunkte werden bestimmt durch eine quer durch den Anus, etwas näher seinem perinealen Rande, gezogene Horizontale (s. Fig. 11). Ihr Abstand wird mit einem Tasterzirkel gemessen, dessen Spitzen sich divergierend bewegen lassen (etwa OSIANDER's Zirkel), während die Knöpfe tief eingedrückt werden. Das Maß fällt natürlich kleiner aus, als der innere Querdurchmesser des Beckenausganges, und zwar um die Dicke der komprimierten Weichteile, welche zwischen Zirkelknopf und Knochen beiderseits liegen. GARFUNKEL [1]) bestimmte die Distantia tuberositatum ischii externa am Lebenden auf 9,4 cm (Maximum 10,8, Minimum 8), an Leichen auf 9,2 (Maximum 10,2, Minimum 7,5), den Zuschlag, um den inneren Durchmesser zu finden, auf 1,4 cm (Maximum 2, Minimum 0,8). Ob im einzelnen Falle als Zuschlag das Mittelmaß oder ein etwas größeres oder kleineres zu nehmen sei, wird sich aus der Beurteilung der Dicke des Fettpolsters mit genügender Sicherheit bestimmen lassen.

BREISKY giebt noch an, daß das gewonnene Maß auch benutzt werden kann, um den Winkel des Schambogens zu bestimmen, wenn man die Abstände von den Meßpunkten der Tub. ischii zur Mitte des Lig. arcuatum hinzunimmt[2]).

SCHRÖDER [3]) empfiehlt, die Messung in der Weise vorzunehmen, daß man in Steinschnittlage mit Blaustift auf der äußeren Haut die Lage der Tubera bezeichnet und dann die Entfernung direkt mißt; ein Zurechnen der Dicke der Weichteile fällt dann fort.

Von allen äußeren Beckenmaßen müssen wir diese nach BREISKY genommenen Maße der unteren Beckenaperturen als die einzigen bezeichnen, welche wirklich sicheren Anhalt für die Größe der zugehörigen inneren Durchmesser gestatten. Hier wird die äußere Messung fast zur direkten Messung, da die den Unterschied be-

1) l. c.

2) Vgl. auch CHAUTREUIL, Les déformations du bassin chez les cyphotiques. Paris 1869. pag. 94. HÖNING, Beitrag zur Lehre vom kyphotisch verengten Becken. Bonn 1870. FRANKENHÄUSER, Schweiz. Korr.-Blatt, 1879. Nr. 14.

3) SCHRÖDER, Geburtshilfe. l. c. pag. 531.

dingenden weichen resp. knöchernen Teile mit Sicherheit in Rechnung gezogen werden können.

Äufsere Messung der Conj. vera.

Zum Schluß ist noch zu erwähnen, daß es in einzelnen Fällen möglich ist, die Conj. vera direkt durch äußere Messung zu finden [1]). Leider ist diese Methode da, wo die Messungen am häufigsten angestellt werden, d. h. bei Gebärenden und Schwangeren, nicht möglich; am besten gelingt sie unmittelbar post partum; doch sind Fehler kaum zu vermeiden [2]). Die Täuschung durch falsche Beurteilung der Dicke der Weichteile kann dadurch verringert werden, daß man eine Falte der Bauchdecken aufhebt und die Dicke dieser Falte, welche die Bauchwand doppelt enthält, mit dem Tasterzirkel mißt; dieses Maß muß dann zugerechnet werden.

Überblicken wir, was über die äußere Beckenmessung mitgeteilt ist, so müssen wir zugestehen, daß dieselbe in manchen Punkten von hohem Wert für die Diagnose des engen Beckens und für Erkenntnis der Form desselben sein kann, daß dagegen ihr Wert nicht zu hoch angeschlagen werden darf, ohne in die gröbsten, folgenschwersten Irrtümer zu verfallen. Nur extreme Kleinheit einzelner Maße kann berechtigten Schluß auf die Größe innerer Maße gestatten. Meist ist man höchstens zu ungefähren Schätzungen berechtigt.

Wenn ich kurz die Resultate zusammenfasse, kann ich etwa folgendes sagen (bei den Maßen lasse ich die ganz extremen Fälle fort):

1. Die manuelle äußere Beckenuntersuchung kann zuweilen Anhalt geben für die Beurteilung der Form des Beckens und für die Verwertung von Messungsergebnissen.

2. Ein geringes Maß der Conj. externa (unter 18,5) kann zwar Verdacht erwecken, daß die Conj. vera verkürzt ist. Eine

1) Vgl. Credé, M. f. G. Bd. V. pag. 66, und Klin. Vorträge. Berlin 1854. pag. 263.
Hardie in Ost. J. of Gr. Brit. II Juli 1874. pag. 234.

2) Vgl. Credé l. c. Er fand bei Leichenuntersuchung Ungenauigkeiten bis 1,3 cm.

sichere Beurteilung der Größe der Conj. vera aus dem Maße der Conj. externa ist nicht möglich.

3. Aus dem Verhältnis der Spinae, Cristae, Conj. ext. kann auf die Form des Beckens geschlossen werden, doch sind Irrtümer nicht ganz selten. Ein Schluß aus den äußeren Quermaßen auf die Größe des innern Querdurchmessers ist nicht gestattet.

4. Das Maß der Trochanteren, das des Hüftbeinkammes und das des Beckenumfangs sind ohne Bedeutung.

5. Messung der äusseren Schrägmaße kann bereits bestehenden Verdacht auf schrägverengtes Becken stützen, bei bereits gestellter Diagnose von Interesse sein, aber nicht zu sicheren Schlüssen berechtigen.

6. Abnorme Kürze des Kreuzbeins, ebenso geringe Höhendifferenz des oberen Kreuzbeinrandes und der Verbindungslinie der Spin. post. sup. sind verdächtig für enges Becken.

7. Die Messung nach Breisky giebt guten Aufschluß über die Durchmesser des Beckenausgangs.

8. Die direkte äußere Messung der Conj. vera ist, wo sie möglich ist, verwertbar.

Innere Beckenmessung.

Manuelle innere Beckenmessung.

Unter manueller innerer Beckenmessung versteht man die Ausmessung von Beckendimensionen vermittelst Einführung eines oder mehrerer Finger oder auch der halben resp. ganzen Hand. Diese Messung wird gleichzeitig verbunden mit einer Austastung der Beckenhöhle zur Erforschung der Beschaffenheit ihrer einzelnen Teile.

Wie schon erwähnt wurde, ist der Begründer der manuellen inneren Beckenmessung W. Smellie. Vor ihm finden sich nur Andeutungen, so bei Deventer, welcher die Hebamme auffordert, sich durch das Tasten Kenntnis über die Beckenform zu verschaffen [1]). Levret [2]) wollte die Unmöglichkeit des Durchganges eines

1) Vgl. das Citat S. 5. Mit „tactu explorare“ ist sicher die innere Austastung gemeint.

2) L'art des accouchemens. 1. Ausg. Paris 1751. § 656: „il faut pour décider l'impossibilité de l'accouchement de l'enfant en vie,

lebenden Kindes durch das Becken dadurch bestimmt wissen, daß der Geburtshelfer versuche, mit seiner Hand durch das Becken in die Gebärmutter einzudringen; war dies nicht ausführbar oder ließ sich die Hand nicht zurückführen, nachdem die Füße des Kindes ergriffen waren, so lag die Unmöglichkeit vor.

Smellie[1]) übte die Technik der Beckenaustastung schon in ausgebildetem Maße. Das Wichtigste seiner diesbezüglichen Lehren betraf die Messung der Conjugata diagonalis d. i. der Linie vom unteren Symphysenrande zum Promontorium[2]). Hierdurch lehrte er die Verengerungen des Beckens im geraden Durchmesser erkennen. Diese Methode ist seitdem allgemein geübt worden und bildet heutzutage eines der wesentlichsten Hilfsmittel exakter Beckendiagnose. Über die Berechnung der Conjugata vera aus der Conjugata diagonalis herrschte bis in die neueste Zeit keine völlige Übereinstimmung; ich komme hierauf noch des näheren zu sprechen.

Vorschläge über die Ausführung manueller innerer Becken-

---

que la main de l'accoucheur ne puisse être introduite dans la vuide du bassin pour pénétrer ensuite dans la matrice ou au moins qu'il ne la puisse absolument pas retirer, lorsqu'il a saisi un des pieds de l'enfant.“ — Bei Velpeau (Traité compl. de l'art des accouch. 3. éd. Brüssel 1835, pag. 74) finde ich die Angabe, daß schon de la Motte dasselbe ausgesprochen hat („de la Motte dit déjà que l'accouchement est presque impossible, quand la main fermée ne peut pas traverser le détroit supérieur“). Ich habe aber diese Stelle, welche nach Velpeau bei de la Motte, Traité compl. p. 421, obs. 239 stehen soll, vergebens in de la Motte's Werk gesucht.

1) Smellie, A collection of cases. Lond. 1754. pag 7: „was called to three women, in whom the Pelvis was so narrow, that the distance between the lower Vertebra and the Pubis did not exceed two inches and an half.“

pag. 9: „In a few cases, I have found one or two bones of the Sacrum jetting inwards, to such a degree, that the head of the child passed with great difficulty.“

pag. 327: „ . . . was agreeable surprized to find the Pelvis was not so narrow as it had been described: for, with the tip of my finger I could hardly reach the jetting forwards of the last Vertebra of the loins and upper part of the Sacrum, from which circumstance, I understood, the Pelvis at that part was not above half, or three quarters of an inch narrower than those that are well formed.“

2) Die erste ausführlichere Beschreibung der Messung der Conj. diag. fand ich bei Baudelocque (l. c. Deutsche Ausgabe pag. 121). Mit Unrecht schreibt aber Schreger (l. c. pag. 16) ihm die Priorität dieser Untersuchungsmethode zu.

messungen finden sich in fast allen Lehrbüchern der Geburtshilfe, welche seit SMELLIE's Zeit erschienen sind. So empfahl schon 1769 B. W. JOHNSON [1]), die Beckenräume mit der Breite der eingeführten Hand zu messen; er hielt dazu das Eingehen in den Muttermund für notwendig, wollte also die Methode nur nach vollendeter Eröffnungsperiode angewendet wissen.

Genauere Anweisungen über die Benutzung der Finger als Maßstab gab OSIANDER [2]). Er empfahl, die Länge des ausgestreckten Zeige- und Mittelfingers unter folgenden drei Bedingungen zu messen: 1. Man stelle den Daumen im rechten Winkel senkrecht zu den beiden ausgestreckten Fingern und messe von dem Winkel zur Spitze des Mittelfingers. 2. Man messe ebenso von der zweiten Phalanx des Daumens, während dieser stark gebogen liegt. 3. Man messe die Finger mit ausgestreckt liegendem Daumen. Die Länge des geraden Durchmessers soll dann dadurch erkannt werden, daß, während die Spitze des Mittelfingers das Promontorium berührt, darauf geachtet wird, ob der Daumen unter und vor den Schoßbeinen aufrecht gestellt, eingebogen oder liegend gehalten werden kann.

OSIANDER fährt dann fort [3]): „Eine andere von mir erfundene Art, das Becken mit der ganzen Hand auszumessen, beruht auf folgenden Ausmessungen der Hand des Geburtshelfers: dieser messe seine linke Hand 1. nach dem breitesten Teil der platt liegenden Hand; 2. alsdann strecke er den Daumen der platt liegenden Hand mäßig aus und messe die Breite bis zur Mitte des Daumennagels; 3. darauf lege er den Daumen unter die platt liegende Hand; 4. endlich halte er die Hand konisch wie zum Eingehen in die Geburtsteile.“ Indem die ganze Hand in die Scheide eingeführt wird, soll die Außenseite des kleinen Fingers an das Promontorium gelegt und nun darauf geachtet werden, in welche Lage der Daumen gebracht werden muß, um die Breite der Hand in den geraden Durchmesser zu bringen. In ähnlicher Weise sollen die übrigen Durchmesser erforscht werden [4]).

---

1) New system of midwifery.

2) OSIANDER, Grundriß. T. I. pag. 83 ff.

3) l. c. pag. 86.

4) OSIANDER, l. c. pag. 87: „Diese meine beiden Arten, das Becken an lebenden Personen auszumessen, sind so einfach, als sicher, und erstere kann sowohl außer der Schwangerschaft, als in derselben und bei der Geburt, letztere aber nur nach bereits angefangener Geburt, und zwar in der dritten Periode derselben angewendet werden.

Ähnliche Angaben finden sich bei Froriep[1]), welcher auch rät, die Entfernung der ausgespreizten Fingerspitzen zu messen, ebenso die Breite zweier oder mehrerer nebeneinander liegender Finger.

Sehr ausführliche Angaben macht Hohl[2]). Unter diesen will ich besonders seine Anleitungen, quere Beckendimensionen manuell zu messen, hervorheben. Den Abstand der Tubera oss. ischii bestimmte er, indem er zwei oder drei Finger nebeneinander zwischen jene legte. Um den Querdurchmesser des Beckeneingangs zu messen, sollte folgendermaßen verfahren werden: Nachdem mittelst der ganzen Hand die Conj. vera gemessen ist, soll die Hand in der Mitte des Beckens in der zur Messung der Conj. vera notwendigen Haltung (Ulnarseite des kleinen Fingers am Promontorium) gehalten werden, dann „krümme man den Mittelfinger in seinem mittleren Gelenk, während das vordere steif erhalten wird, bis der Finger einen rechten Winkel bildet. Erreicht die Spitze die ungenannte Linie in der Mitte des Hüftbeines, so giebt die Länge der beiden vorderen Fingerglieder die Hälfte des Querdurchmessers an. Man kann auch diese Messung mit der anderen Hand wiederholen, wenn zu befürchten steht, daß die Beckenhälften von ungleicher Größe sind. Auch kann man die Messung auf dieselbe Art mit dem kürzeren Zeigefinger vornehmen.“ Hohl scheint die Fehlerquellen dieser Art der Messung selbst erkannt zu haben, indem er hinzufügt: „Auf eine andere Weise kann man den Querdurchmesser ausmessen, wenn man die eingebrachten vier Finger so dreht, daß die Dorsalfläche der Hand dem Kreuzbein zugekehrt ist. Je nach der Beschränkung des Querdurchmessers bringt man drei oder vier nebeneinander gelegte, ausgestreckte Finger zwischen die Mittelpunkte der ungenannten Linie beider Seiten. Ist aber der Querdurchmesser größer, so lasse ich den Zeige- und Mittelfinger, sowie den Ring- und kleinen Finger aneinander liegen, entferne den Ring- und Mittelfinger von einander, bis die Radialfläche des Zeigefingers und die Ulnarfläche des kleinen Fingers seitlich die ungenannte Linie berühren, und

1) Froriep, Handb. d. Geburtsh. § 343. 9. Aufl. pag. 322. — Vgl. ferner die Anweisungen von Saemann, Stark's Archiv f. d. Geb. Bd. VI. 1794. St. 4. pag. 667: Von der genauen Kenntnis seiner eigenen Hände als Geburtshelfer, nebst einer Idee, sie auszumessen und zum Einbringen bei der Geburt zu formen.

2) Hohl, Die geburtshilfliche Exploration. 2. T. Halle 1834. pag. 174 ff.

lege dann die Spitze des Daumens in den Raum an der Wurzel beider ausgespreizten Finger, des Mittel- und Ringfingers, wodurch ich das Maß unverändert erhalte.“ HOHL hebt mit Recht hervor, daß zu solchen Untersuchungen häufige Übungen am Lebenden und am Phantom notwendig sind. Zu letzteren gab bereits gute Anleitung ELIAS VON SIEBOLD [1]).

Es würde viel zu weit führen und der vielen Wiederholungen wegen auch überflüssig sein, die Angaben aller Autoren über den Gegenstand aufzuzählen. Ich will vielmehr im folgenden zusammenfassend das Wesentliche der Methode angeben.

Naturgemäß erleidet die Messung mit der halben oder ganzen Hand erhebliche Einschränkung dadurch, daß sie nur ausführbar ist, wenn die Scheide die nötige Dehnung zuläßt. Jedenfalls empfiehlt es sich, diese Untersuchungen nur in Narkose vorzunehmen; da, wo die Scheide die nötige Ausdehnung gestattet, also besonders wenn sie intra partum aufgelockert und dehnbar ist, kann diese Art der Messung wichtige Aufschlüsse geben.

Durch Spreizen der Finger Distanzen im Becken einigermaßen richtig zu bestimmen, ist kaum möglich; selbst sehr große Übung kann hier vor groben Täuschungen nicht schützen. Auch Messung des Abstandes der gespreizten Finger nach Herausführen derselben aus dem Becken ist unsicher, da bei diesem Herausführen nur selten der gleiche Abstand der Fingerspitzen beibehalten wird.

Noch gröbere Täuschungen entstehen, falls versucht wird, die Distanz zweier Punkte (z. B. Querdurchmesser des Eingangs) im Becken durch Hinüberführen eines Fingers von einem zum anderen zu schätzen. Nur die Messung vermittelst der fest aneinander liegenden Finger resp. der ganzen Handbreite giebt verwertbare Resultate. Solange keine exakten Methoden gefunden sind, die queren und schrägen Durchmesser des Beckens zu messen, bietet die Messung mittelst der eingeführten Hand wenigstens die Möglichkeit, diese Dimensionen einigermaßen richtig zu schätzen. Wer es sich zur Regel macht, bei geburtshilflichen Operationen, welche die Einführung der ganzen Hand erfordern (also besonders bei Wendungen), die Größenverhältnisse der eigenen Hand zu denen des Beckens zu beachten, der wird sich eine Übung aneignen

---

1) Lehrbuch der Entbindungskunde. Bd. II. § 39—44. 2. Ausg. Nürnberg 1810. pag. 18 ff. Vgl. auch E. C. J. v. SIEBOLD, Anleitung zum geburtshilflich-technischen Verfahren am Phantom. Berlin 1828. pag. 17 ff.

können, welche ihn befähigt, gute Schlüsse aus der manuellen Untersuchung zu ziehen. Es ist nicht gerade notwendig, alle möglichen Dimensionen der Hand zu messen und alle diese Maße im Kopfe zu behalten; vielmehr wird es meist zweckmäßiger sein, im gegebenen Falle die gerade in Anwendung gebrachten Dimensionen der Hand mit dem Tasterzirkel zu bestimmen. —

Eine genauere Besprechung verdienen vor allem diejenigen manuellen Messungen, bei welchen mit Hilfe eines oder zweier Finger vom unteren Symphysenrand aus nach erreichbaren Punkten der Beckenhöhle gemessen wird. Diese Art der digitalen Messung beschränkt sich fast ausschließlich auf die geraden Beckendurchmesser. —

Zunächst soll die Messung der Conjugata diagonalis, als die wichtigste dieser Messungen, besprochen werden.

Die Conjugata diagonalis.

Zur Messung[1]) bringe man die zu Untersuchende in diejenige Position, in der wir gewohnt sind, gynäkologische Untersuchungen vorzunehmen, d. h. einfache Rückenlage mit wenig oder gar nicht erhöhtem Oberkörper[2]); am bequemsten untersucht man auf einem einfachen, nicht zu niedrigen Tisch; die Oberschenkel sollen im Hüftgelenk flektiert und abduziert sein, die Kniee so gebeugt, daß die Füße auf der Unterlage fest aufruhen. Das Kreuz läßt man etwas vorschieben, um die Beckenneigung zu verringern.

Man führe nun Zeige- und Mittelfinger der einen Hand in die Vagina (während man mit der anderen Hand die Labien öffnet und das Einstülpen von Haaren verhindert) und suche mit der Spitze des Mittelfingers das Promontorium zu erreichen; sobald dies geschehen, hebe man die Hand, bis die Radialseite des Zeigefingers fest an das Lig. arcuatum angedrückt ist; mit dem Zeigefinger der äußeren Hand suche man nun den scharfen Rand des Lig. arcuatum auf und markiere mit dem Nagel die Stelle des Zeigefingers, welche dem scharfen Rand des Lig. arcuatum anliegt (s. Fig. 12), hierauf ziehe man die Finger, ohne ihre Stellung zu ändern, aus der Vagina zurück und messe mit dem Tasterzirkel die Entfernung von der gemachten Marke bis zur Spitze des Mittelfingers.

Es ist zu raten, mit zwei Fingern zu untersuchen. Die Vor-

---

1) cf. Michaelis, l. c. pag. 106.

2) Die Messung im Stehen, wobei die messenden Finger wegen der starken Beckenneigung senkrecht stehen, bietet keine Vorteile. Vgl. Fritsch, Klnk. d. geburtshlfl. Operationen. 1880. pag. 252.

teile der Benutzung zweier Finger im vorliegenden Fall sah Michaelis wesentlich darin, daß diese beim Herausziehen aus der Vagina sich gegenseitig stützen und hierdurch eine Änderung in der Stellung verhindern. Liegt das Promontorium so nahe, daß es mit dem Zeigefinger allein leicht erreicht werden kann, so empfiehlt sich auch, nur mit diesem zu messen. Um die Schwierigkeiten, welche der Erreichung des Promontoriums entgegenstehen, zu überwinden, ist zuweilen eine recht erhebliche Kraftanstrengung notwendig. Man erleichtert sich das Empordrängen des Dammes, indem man den Ellenbogen unterstützt; am besten geschieht dies dadurch, daß man auf einen vor dem Untersuchungstisch stehenden Stuhl den gleichnamigen Fuß stellt und das Knie als Stütze für den Arm benutzt. Dabei muß der Ellenbogen so tief liegen (was durch entsprechende Beugung des Knies erreicht wird), daß der Vorderarm horizontal steht; man vermeidet hierdurch, daß man mit den Fingern statt an das Promontorium zu weit in die Kreuzbeinhöhle gelangt. Den Widerstand, welchen der Damm ausübt, muß man ganz allmählich zu überwinden suchen; brüskes Eindringen ist meist sehr schmerzhaft und führt nicht so gut zum Ziel wie ein ganz langsames Eindrücken. Dieses Eindrücken üben die möglichst stark im Metacarpo-phalangealgelenk gebeugten, dem Daumen anliegenden, beiden letzten Finger aus; dringt man behutsam vor, so kann man selbst erhebliche Widerstände überwinden und wird bei Hochschwangeren jede Diagonalconjugata, die nicht über $12\frac{1}{2}$ cm — das gewöhnliche Mittelmaß bei normalem Becken — beträgt, zu messen im Stande sein. Unmöglich wird die Messung natürlich, wenn der tiefstehende, vorliegende Kindsteil oder Tumoren oder Strikturen der Scheide den Weg verlegen. Man messe stets nach der Stelle des Promontoriums, welche am weitesten in das Becken hineinragt; dies ist meist die Mitte des Promontoriums. Erreicht man das Promontorium nicht, so überzeuge man sich, ob man nicht etwa über dasselbe emporgegangen ist; ist es überhaupt nicht zu erreichen, so messe man nur, wie weit die Finger vom Ligam. arcuatum aus eingedrungen sind[1]). Michaelis hat großes Gewicht darauf gelegt, daß der Zeigefinger der äußeren Hand beim Markieren der dem Ligam. arcuat. anliegenden Stelle des anderen Zeige-

1) Ist in einem Falle, wo das Promontorium nicht erreicht wird, besonders viel an der genauen Messung der Conj. diag. gelegen, so kann man (in Narkose) die halbe Hand einführen und in analoger Weise messen.

fingers mit seiner Gefühlsfläche gegen das Schambein gewendet ist, wobei die Hand in äußerste Promotion gebracht und der Ellbogen erhoben werden muß (s. Fig. 13). Wenn man sorgfältig tastet, so kann man, auch wenn die Gefühlsfläche nach dem in der Vulva liegenden Zeigefinger gewendet ist, den vorderen Punkt ebenso genau bestimmen. Ich ziehe die letztere Methode als die bequemere und ebenso sichere vor. Für den Anfänger mag vielleicht die Methode von Michaelis exaktere Resultate ergeben. Ich habe beide Methoden vergleichsweise in 20 Fällen angewendet und mit beiden gleich genaue Resultate erhalten (ich maß je dreimal nach jeder Methode). Die Genauigkeit, mit der man die Länge der Conj. diag. bestimmen kann, ist bei genügender Einübung eine sehr große; hat man sich dieselbe erworben, so differieren wiederholt vorgenommene Messungen selten mehr als 3 mm[1]). — Einen Beleg für die Sicherheit der Messung geben die von Michaelis zusammengestellten Fälle, in denen die Messung bei der Sektion kontrolliert werden konnte.

Ein Irrtum ist leicht möglich, wenn die Verbindung des ersten und zweiten Kreuzbeinwirbels ein sogenanntes falsches Promontorium bildet und dasselbe für das wahre Promontorium gehalten wird. Da übrigens oft vor diesem falschen Promontorium der Beckeneingang am engsten ist, so hat die Verwechselung meist keinen Nachteil. —

Der Zweck dieser Messung besteht in der Berechnung der Conj. vera aus dem gefundenen Maß der Conj. diag. Wie groß der Abzug sein soll, welcher von der Conj. diag. gemacht werden muß, darüber ist bis in die neueste Zeit keine Übereinstimmung erzielt worden. Vor Michaelis wurde meist 0,7—1,3 cm abgerechnet[2]).

Dieser gab 1,8 cm als das Mittel an, bei schwachem Knochenbau sollte etwas weniger (1,6), bei starkem etwas mehr (2,1) abgezogen werden. Um die Verschiedenheit der Ansichten zu zeigen, teile ich die von einigen Autoren empfohlenen Mittelwerte[3]) mit:

Leroy	0,6
Jacquemier	0,6—0,9

1) cfr. Michaelis, l. c. pag. 110.

2) Vgl. Hohl, l. c. pag. 176. — Osiander, Grundriß der Entbk. § 196. — Baudelocque, l. c. pag. 121. Rechnet man 1,3 cm ab, so „irrt man so wenig, daß man kaum um 2 oder 4 mm fehlt, das Bekken mag beschaffen sein, wie es will.“

3) Zum Teil nach Pinard, Les vices de conform. Paris 1874.

Pajot	1,0
Cazeaux	0,6—1,1
Nägele	1,3—1,7
Depaul	1,5
Maygrier	1,8—2,0
Spiegelberg	1,5—2
Schröder	$1\frac{3}{4}$—2
Fritsch	1—2.

Eine einfache Betrachtung lehrt, wodurch die Verschiedenheit des Abzugs bedingt ist. Konstruiert man ein Dreieck, dessen drei Seiten gebildet werden von Conj. diag., Conj. vera und Höhe der Symphyse, so ist ersichtlich, daß die Differenz von Conj. diag. und Conj. vera wesentlich verschieden sein muß je nach der Höhe der Symphyse und nach dem Grade ihrer Neigung; je höher die Symphyse und je größer der Winkel ist, den diese mit der Conj. vera bildet, um so größer muß die Differenz sein. Michaelis machte ausführlicher auf diese Verhältnisse aufmerksam, aber auch vor ihm waren dieselben nicht unbekannt[1]). Credé[2]) erläuterte sie mit Hilfe der eben erwähnten mathematischen Betrachtung. Die Basis des Conjugatendreiecks darf übrigens nicht die ganze Höhe der Symphyse bilden, sondern nur der Teil vom Lig. arcuatum bis zum hervorragendsten Punkt ihrer Hinterfläche (geburtshilfliche Symphysenhöhe); denn für die Conj. vera kommt nur die geburtshilfliche Conj. vera in Betracht, d. i. die nächste Entfernung zwischen Promontorium und Symphyse. Der vordere Endpunkt derselben, d. i. der hervorragendste Punkt der hinteren Symphysenfläche, liegt im Mittel 9 mm unterhalb des oberen Endes der Symphyse (wie mir Messungen an 100 Becken zeigten; dabei fand ich Schwankungen von 5—18 mm). Credé[3]) hat auch besonderen Wert auf den Stand des Promontoriums gelegt; wenn es abnorm tief steht, sollte die Differenz kleiner sein. Michaelis hatte bereits nachgewiesen[4]), daß die Stellung des Promontoriums ohne Einfluß

1) So findet sich z. B. schon bei Schreger, l. c. pag. 38: „Es ist anatomische Thatsache, daß die Länge der Schoßbeinfuge bisweilen ungewöhnlich hoch oder niedrig ist, und also, wenn man immer ein bestimmtes Übermaß abrechnet, sich unmöglich ein richtiges Resultat ergeben kann. Eben dies wird auch der Fall sein, wenn die Schoßbeinfuge in schiefer Richtung steht."

2) Credé, l. c. pag. 625.

3) l. c.

4) l. c. pag. 114.

sei. Es bedarf hierzu nicht des Beweises durch Messung; einfache mathematische Überlegung genügt. Das Conjugatendreieck ist vollkommen bestimmt durch 2 Seiten (Conj. diag. und Höhe der Symphyse) und den von beiden eingeschlossenen Winkel (unterer Symphysenwinkel)[1]). Daher bedarf es nicht noch eines weiteren Momentes zur Bestimmung. Ebensowenig ist es notwendig, die Dicke der Symphyse als Merkmal anzuführen. Ragt der hervorragendste Punkt der hinteren Symphysenfläche weiter in das Becken hinein, so wird der untere (geburtshilfliche) Symphysenwinkel spitzer, so daß auch hier seine Bestimmung und die der Symphysenhöhe zur Beurteilung genügt.

Würde man sich mit einem konstanten Abzug (etwa von 1,8) begnügen, so könnten grobe Irrtümer vorkommen, da das Minimum und Maximum in weiten Grenzen schwankt. Ich fand unter 100 Becken die Differenz 1mal 0,5, 1mal 0,6, 1mal 0,8, 3mal 1,0, 1mal 1,1, 7mal 1,2, 10mal 1,3, 4mal 1,4, 9mal 1,5, 11mal 1,6, 10mal 1,7, 11mal 1,8, 4mal 1,9, 10mal 2,0, 4mal 2,1, 5mal 2,2, 1mal 2,3, 1mal 2,4, 2mal 2,5, 1mal 2,6, 1mal 2,8, 2mal 2,9. Daraus berechnet sich als Durchschnittswert 1,68. Man muß, wie schon CREDÉ[2]) mit Recht hervorgehoben hat, jede Durchschnittszahl fallen lassen und in jedem einzelnen Fall durch Berücksichtigung der Höhe und Neigung der Symphyse den Abzug bestimmen.

In welchem Grade die Höhe und Neigung der Schamfuge den Abzug beeinflussen, hat in sehr anschaulicher Weise DOHRN[3]) graphisch dargestellt. Dabei zeigte sich ebenso, wie auch schon bei MICHAELIS' Beobachtungen, daß der Abzug mehr von der Neigung als von der Höhe der Symphyse abhängig ist. Dies liegt, wie DOHRN mit Recht hervorhebt, begründet in dem verschiedenen Werte der Schwankungsgrenzen, innerhalb deren sich die Neigung

---

1) KABIERSKE, Centrbl. f. Gyn. 1883. Nr. 28.

2) CREDÉ fand durch Messungen an 135 Becken (teils skelettierte, teils Leichenbecken) folgende Differenzen: 1mal waren Conj. diag. und Conj. vera gleich lang, in den anderen Fällen war die Conj. diag. länger, und zwar: 1mal 0,3, 11mal 0,7, 23mal 1,0, 30mal 1,3, 32mal 1,9, 20mal 2,0, 8mal 2,3, 8mal 2,7, 1mal 3 cm. Daraus würde sich als Durchschnittswert 1,58 cm ergeben.

3) DOHRN, Die Erkenntnis der Conj. vera aus dem Maße der Conj. diag. Mon. f. Geb. Bd. XXX, pag. 241. — Sehr sorgfältige Messungen, welche durch Zeichnung und sehr übersichtliche graphische Tabellen erläutert werden.

und Höhe der Schamfugen, sowie die Größe der Conjugaten bewegt[1]).

Wären wir im Stande, stets die geburtshilfliche Symphysenhöhe und den unteren Symphysenwinkel genau messen zu können, so könnten wir aus dem Maß der Conj. diag. das der Conj. vera mit mathematischer Genauigkeit berechnen. Zumeist werden wir uns mit einer Schätzung dieser Maße begnügen müssen, doch kann diese bei gehöriger Übung eine der Wahrheit so nahe kommende Genauigkeit erlangen, daß die Resultate den Anforderungen genügen. Die geburtshilfliche Symphysenhöhe kann man mit dem in die Vagina geführten Finger direkt digital messen; weniger sicher wäre es, die anatomische Höhe der Symphyse von außen zu messen und 9 mm abzuziehen. Die Schätzung des unteren Symphysenwinkels kann man (nach MICHAELIS) sich erleichtern, indem man, während die Finger der einen Hand das Promontorium fixieren, den Zeigefinger der anderen Hand hinter die Schamfuge einführt.

Man hat versucht, durch Messungen für die verschiedenen Arten der Becken Mittelwerte des Abzugs zu bestimmen. MICHAELIS hatte fast gleiche Mittelwerte für weite und enge Becken gefunden (nur 1 mm größere Differenz bei engen Becken); allerdings beziehen sich seine Messungen nur auf 26 enge Becken.

SCHRÖDER[2]) bestimmte den Abzug für:

normale	Becken:	1,6—1,7
allgemein verengte	„	1,6
allgemein zu große	„	1,8
platte	„	1,9
rhachitische	„	gut 2,0

DOHRN[3]) für:

normale	Becken:	1,76
weite	„	1,77
allgemein gleichmäßig verengte	„	1,93
platte	„	1,97
enge	„	2,01

1) So zeigten z. B. DOHRN's Messungen, daß die Höhe der Symphyse von 3—5,1, der obere Symphysenwinkel von 84° — 128° schwankt, während die Grenzen der zugehörigen Conjugaten 6,8—13,7 für die Conj vera, 9—15,6 für die Conj. diag. betrugen.

2) Mon. f. Geb. Bd. XXIX. pag. 32.

3) Mon. f. Geb. Bd. XXX. pag. 251.

Ich fand für:

normale	Becken:	1,59
weite	„	1,68
allgemein verengte	„	1,71
platte	„	1,94
rhachitische	„	2,0

Wenn auch solchen Mittelzahlen aller Wert nicht abgesprochen werden soll, so können sie immerhin noch zu recht erheblichen Täuschungen führen, da die Grenzwerte in weiten Grenzen schwanken. Eine Betrachtung der Tabellen von Dohrn zeigt z. B. die Schwankungen bei den normalen Becken 0,7 bis 2,7; bei den allgemein gleichmäßig verengten 1,1 bis 2,7, bei den platten 1,3 bis 2,9. In meinen Tabellen finden sich bei normalen Becken Schwankungen von 0,8 bis 2,2, bei allgemein verengten 1,2 bis 2,7, bei platten 0,6 bis 2,8, bei rhachitischen 1,2 bis 2,9 cm.

Weiteren Beleg über diese Schwankungen geben einige Zahlen von Michaelis; so fand dieser eine Differenz von 1,2 sowohl bei einer Conj. vera von 13, als bei einer von 6,3; eine Differenz von 2,5 bei einer Conj. vera von 10,8 und einer solchen von 9 cm. Desgleichen sind die Resultate von 100 Messungen bei Pinard[1]) sehr lehrreich; enge und weite Becken zeigten große Schwankungen; er fand die Differenz 1,0 bei Conj. diag., welche schwankt von 6,6 bis 14, eine Differenz von 2,0 bei Conj. diag. von 7,1 bis 13,4 cm.

Man wird daher stets für den einzelnen Fall den Abzug bestimmen müssen, indem man die geburtshilfliche Symphysenhöhe und den oberen oder unteren Symphysenwinkel für die Beurteilung in Rechnung zieht. Je größer die Symphysenhöhe und je größer der obere Symphysenwinkel, resp. je kleiner der untere Symphysenwinkel ist, desto mehr beträgt der Abzug. Wenn man auch nicht im Stande ist, den unteren Symphysenwinkel genau zu messen, so kann man doch durch Übung dahin gelangen, zu beurteilen, ob die Symphyse stark, mittelstark oder schwach geneigt ist, und danach einen kleineren, mittleren oder größeren Abzug machen.

Als Mittelmaß der geburtshilflichen Symphysenhöhe fand ich 3 cm[2]). Will man die durch Abzug gewonnene Größe der Conj.

---

1) l. c. pag. 56, 57. Er fand die Differenzen des Abzuges schwankend von 0,4—2,6.

2) Konstruiert man für das normale Becken das Conjugatendreieck (Conj. vera 11, Conj. diag. 12,6, geburtshilfliche Symphysen-

vera durch eine Zeichnung kontrollieren, so zeichne man die Größe der Conj. diag. auf Papier, trage an sie in ihrem vorderen Endpunkt die gemessene geburtshilfliche Symphysenhöhe in einem Winkel an, welcher dem geschätzten unteren Symphysenwinkel entspricht; die Verbindungslinie der freien Endpunkte beider Linien giebt das Maß der Conj. vera[1]).

In gleicher Weise, wie die Conj. diag., können auch die anderen, vom unteren Symphysenrand zur hinteren Beckenwand gehenden Beckendurchmesser gemessen werden. Doch stehen diese Messungen der Bestimmung der Conj. diag. an Bedeutung erheblich nach. Je nach der Stärke der Kreuzbeinkrümmung gelingt es, die ganze hintere Fläche mit den Fingern zu bestreichen.

Die Messung des geraden Durchmessers der Beckenenge ist durchaus nicht ganz leicht, da das sich wenig markierende untere Kreuzbeinende bei einfacher Digitalexploration nicht leicht zu erkennen ist. Schon Michaelis hatte die Unsicherheit dieser Messung erkannt, und in neuerer Zeit hat besonders Breisky auf dieselbe aufmerksam gemacht und zum Ersatz die äußere Messung dieses Durchmessers angegeben. Ich habe mich aber überzeugt, daß es durch ein einfaches Hilfsmittel gelingt, die Messung zu einer genaueren zu machen. Dieses Hilfsmittel ist dasselbe, welches Breisky zur Bestimmung der Articulatio sacro-coccygea an der Hautseite anwendet. Schiebt man nämlich, während man mit den Fingern der einen Hand per vaginam tastet, die andere Hand unter das Kreuz, so gelingt es leicht, durch Entgegentasten der Finger beider Hände das Steißbein zu bewegen und hierdurch dem inneren Finger die Artikulationsgrenze anzuzeigen. Da der Arm der innerlich untersuchenden Hand steil stehen muß, um die Radialseite des Zeigefingers an das Lig. arcuatum andrücken zu können, so empfiehlt es sich, nicht vor dem Untersuchungstisch zu stehen, sondern zur Seite der zu Untersuchenden. Sobald der innen tastende Finger die Artikulationsstelle gefunden hat, ist die äußere Hand frei und kann zum Markieren des vorderen Endpunkts

---

höhe 3 cm), so erhält man für den oberen Symphysenwinkel ca. 115°, für den unteren ca. 55°.

1) Zu berücksichtigen bei allen Bestimmungen der Conj. vera ist auch der durch die Körperhaltung bedingte Einfluß; so kann bei vornübergeneigter Stellung das Promontorium im Mittel 5 mm zurückweichen (Matthews Duncan.)

benutzt werden. Hier, wo die linke Hand sehr steil steht, ist es mir vorteilhaft erschienen, in der von Michaelis angegebenen Weise zu markieren, d. h. die Gefühlsfläche des Zeigefingers gegen den Knochen gekehrt. Ich habe, nachdem ich mich auf die Messung eingeübt hatte, in 20 Fällen den Durchmesser äußerlich nach Breisky (Abzug 1,5 cm) und innerlich gemessen. Die Differenzen in den Resultaten waren so geringe, daß sie zu Gunsten beider Methoden sprechen.

Den geraden Durchmesser des Beckenausgangs zu messen, ist gewöhnlich nicht notwendig; es genügt, mit den Fingern die Beweglichkeit des Steißbeins zu prüfen. Es gelingt dies, wie aus dem oben Erwähnten hervorgeht, am besten, wenn die andere Hand von außen entgegentastet. Ist die Articulatio sacro-coccygea ankylosiert, so ist es zweckmäßig, den Durchmesser direkt zu messen.

In neuerer Zeit ist von Löhlein [1]) eine neue digitale Messungsmethode angegeben worden, bei welcher ebenfalls vom unteren Symphysenrande aus gemessen wurde. Er bestimmte digital die Entfernung vom Lig. arcuatum bis zum vorderen oberen Winkel des Foramen ischiad. maj. auf beiden Seiten (rechte und linke „Schrägaufsteigende"). Es wurde mit Zeige- und Mittelfinger gemessen, die rechte Schrägaufsteigende mit der rechten, die linke mit der linken Hand; die radiale Seite der Kuppe des Mittelfingers wurde fest in den vorderen, oberen Winkel der Incisura ischiadica, zu der man sich von der Spina ischii leicht und sicher emportastet, die Radialseite des Zeigefingers gegen das Lig. arcuatum angedrückt und dann analog, wie bei Messung der Conj. diag., der Abstand gemessen. Der Zweck der Messung war, zu finden, ob aus der Größe der Schrägaufsteigenden ein Schluß auf die Größe des Querdurchmessers des Beckeneingangs zu machen sei [2]). Messung an 8 wohlgebauten, weiblichen Becken zeigte, daß die Transversa erhalten wurde, wenn von der Summe der beiden Schrägaufsteigenden im Mittel 91,6 mm abgezogen (oder zu der einen resp. der Hälfte beider 20,7 addiert) wurden. Bei 5 allgemein gleichmäßig verengten Becken mußte von der Summe 86 abgezogen (oder 16 zu der einen addiert) werden, um die Transversa zu erhalten. Daß bei diesen Becken die Schrägaufsteigenden

1) Zur Beckenmessung, speziell zur Schätzung der Transversa des Beckeneingangs. Zeitschr. f. Geb. und Gyn. Bd. XI.

2) Löhlein wählte diese schräg aufsteigenden Linien, weil sich der vordere obere Rand des Foramen ischiadicum vom tastenden Finger sicherer auffinden läßt als das Ende des Querdurchmessers.

relativ größer waren, bezog LÖHLEIN auf die für diese Becken charakteristische geringe Neigung der vorderen Beckenwand gegen die Conj. vera und auf die relativ geringe Verkürzung der Conjugata bei den benutzten Becken.

LÖHLEIN zieht hieraus folgenden Schluß: Für die Schätzung des Querdurchmessers des Beckeneingangs nicht deformer Becken kann man die Schrägaufsteigende in der Art verwenden, daß man zu ihr im Mittel 20 mm addiert, um die Transversa annähernd zu erhalten; die zu addierende Zahl ist etwas niedriger zu nehmen (20—15 mm), wenn die Symphyse hoch und wenig geneigt und die Verkürzung der geraden Durchmesser eines durchweg zu engen Beckens hinter derjenigen der queren zurückzustehen scheint. Die Untersuchung platter Becken zeigte, daß für die höheren Grade der Abplattung die Maße nicht zu verwenden waren; nur da, wo die Verkürzung der Conj. vera nicht allzustark in den Vordergrund tritt, könnten sie zur Schätzung der Transversa mitverwendet werden.

LÖHLEIN war sich wohl bewußt, daß bei dieser Methode die Transversa nicht bestimmt, sondern nur geschätzt werden kann. Ich habe durch Messungen an Bänderbecken LÖHLEIN's Angaben nachgeprüft und bin zu folgenden Resultaten gekommen:

Zunächst ergeben meine Messungen an 20 normalen Becken, daß man den Querdurchmesser des Beckeneingangs erhält, wenn man zur Hälfte der Summe beider Schrägaufsteigenden im Mittel 19,6 mm addiert; dieses Resultat stimmt also fast genau mit LÖHLEIN's Angabe. Wenn auch Schwankungen vorkamen (12 mm bis 29 mm), so war doch der Fehler, der durch Addition von 20 mm begangen wurde, nicht sehr erheblich. Durch Addition von 20 mm wurde der Querdurchmesser taxiert: genau richtig 1mal; zu hoch 10mal, und zwar 1mal um 2 mm, 1mal um 3 mm, 1mal um 4 mm, 4mal um 5 mm, 1mal um 7 mm, 1mal um 8 mm, 1mal um 10 mm; zu niedrig 9mal, und zwar 1mal um 2 mm, 2mal um 3 mm, 1mal um 4 mm, 2mal um 5 mm, 1mal um 6 mm, 1mal um 8 mm, 1mal um 9 mm.

Messungen an 12 allgemein verengten Becken ergaben als Mittelmaß für die Addition 18,6 (Schwankung 10—26), also 2 mm mehr, als LÖHLEIN angiebt. Durch Addition von 20 mm wurde der Querdurchmesser taxiert: zu hoch 6mal, und zwar 2mal um 2 mm, 1mal um 3 mm, 1mal um 5 mm, 1mal um 9 mm, 1mal um 10 mm; zu niedrig 6mal, und zwar 2mal um 4 mm, 2mal um 5 mm, 2mal um 6 mm.

Der größte Fehler, der also gemacht worden wäre, hätte 1 cm betragen; Fehler über 5 mm wären in den 32 Fällen nur 10mal gemacht worden. Die Fehler werden noch geringer, wenn man in einzelnen Fällen (wie auch LÖHLEIN angiebt) weniger zuzählt (20—15 mm).

Für andere Arten von Becken konnte ich, wie auch LÖHLEIN, ein konstantes Verhältnis nicht finden. Hier wären Fehler über 1 cm bei Zuzählen des konstanten Mittelmaßes nicht selten.

Wenn also auch die Methode von LÖHLEIN keine mathematisch genauen Resultate liefert, was man von derselben auch nicht verlangen kann, so bietet sie doch für die normal geformten Becken einen wichtigen Anhaltspunkt für die Schätzung des Querdurchmessers und kann, zumal sie einfach auszuführen ist, so lange exakte Methoden fehlen, praktische Verwertung finden. Leider nur sind wir mit unseren heutigen Methoden durchaus nicht immer im Stande, mit Sicherheit zu entscheiden, ob das Becken zu den normal geformten gehört, und hierdurch erleidet die Methode eine Einschränkung. —

Andere als die beschriebenen Distanzen mit 2 Fingern vom unteren Symphysenrande aus zu messen, wird man kaum Veranlassung haben. Wohl aber ist es von größter Wichtigkeit, mit den Fingern die Wände des gesammten Beckenkanals ebenso sorgfältig abzutasten, wie dies mit den im Becken gelegenen Weichteilen und mit dem vorliegenden Kindesteil der Fall ist.

Man thut gut, bei dieser Austastung eine gewisse Reihenfolge innezuhalten, um System in die Untersuchung zu bringen und um nichts Wesentliches zu übersehen. SCANZONI [1]) giebt hierzu recht brauchbare Anleitung. Er rät zunächst, die gleichnamigen Durchmesser der verschiedenen Beckenräume aufeinanderfolgend zu untersuchen, dabei immer an der unteren Apertur zu beginnen und von da in die höher gelegenen Beckenräume vorzugehen.

Abgesehen von der Messung und Schätzung der Beckendurchmesser giebt die Austastung über viele sehr wesentliche Punkte Auskunft. So z. B. können Asymmetrien des Beckeneingangs erkannt werden, wenn die tastenden Finger vom Promontorium beginnend die Linea innominata abtasten; dabei ist es notwendig, die linke Beckenhälfte mit der linken, die rechte mit der rechten Hand zu bestreichen und schnell hintereinander mit beiden Händen die Untersuchung vorzunehmen. Findet man das Promontorium

1) l. c. Bd. II. pag. 459 ff.

nach einer Seite abgewichen und erweist sich dieselbe Seite der Linea innominata als leichter bestreichbar, so ist die Asymmetrie zu diagnostizieren. Aus dem Bestreichen der Seitenwände des Beckens einen Schluß auf die Größe der Querdurchmesser zu machen, ist nicht möglich. Wichtig ist es auch, auf die Richtung und den Grad der Wölbung der queren Schambeinäste und auf das gegenseitige Verhältnis beider Schenkel des Schambogens zu achten [1]), ob einer gestreckter verlaufe und mehr zurücktrete als der andere; man kann hierdurch Asymmetrie des Beckens entdecken. Ragen Exostosen oder Geschwülste in den Beckenkanal hinein, so wird ihre Beschaffenheit genau durch Betastung zu eruieren sein.

Es ist nicht notwendig, auf alle Möglichkeiten aufmerksam zu machen, welche bei der inneren Beckenbetastung zu berücksichtigen sind; es genügt, darauf hinzuweisen, daß man bei jeder geburtshilflichen Untersuchung (ausgenommen natürlich die Fälle, wo ganz dringend zu erledigende Indikationen keinen Zeitaufschub gestatten) eine planmäßige Abtastung des gesammten Beckenkanals vornehmen soll.

Wo die Wichtigkeit des Falls genauere Abtastung fordert, kann diese mit der halben oder ganzen Hand vorgenommen werden. Wie schon eingangs erwähnt, können wir hierbei nicht nur von der Form des Beckens und einzelner Abweichungen desselben Kenntnis erlangen, sondern zuweilen auch mit der Breite der Hand direkte Messungen oder wenigstens annähernde Schätzungen der Größe der Beckendurchmesser vornehmen.

Instrumentelle innere Beckenmessung.

Um die Leistungen auf dem Gebiete der instrumentellen inneren Beckenmessung in möglichst übersichtlicher Weise zu besprechen, um vor allem unnötige Wiederholungen zu vermeiden, sollen

1) Hayn, Beitrag zur Lehre vom schräg-ovalen Becken. Königsberg 1852.

Ritgen schlug vor, die Stachelkreuzbänder (hintere Stenochorden) vom Mastdarm aus in Knieellenbogenlage zu messen, um schräge Beckenverschiebungen zu erkennen (Abstand der Spinae ischii beiderseits vom Kreuzbeinrand). Abgesehen von der Schwierigkeit der Messung berechtigt sie zu keinem sicheren Schluß (vgl. Schneider, Mon. f. Gebk. Bd. XXIX. pag. 276).

diejenigen Instrumente, welche einem gleichen oder ähnlichen Prinzip der Messung dienen, stets zusammengefaßt werden. Die chronologische Reihenfolge kann daher nur in beschränkter Weise innegehalten werden. Die Beschreibung der Instrumente selbst wird eine möglichst kurze sein können, da die Abbildungen detaillierte Schilderungen überflüssig machen. Die Kritik der einzelnen Instrumente wird oft kurz ausfallen dürfen, zumal es unnötig wäre, alle Nachteile längst verworfener oder vielleicht nie angewandter Instrumente aufzuführen. —

Die meisten Beckenmesser sind zur Bestimmung der geraden Beckendurchmesser bestimmt; so diente auch das erste der konstruierten Instrumente diesem Zweck.

Der erste, welcher einen Beckenmesser angab, war G. W. Stein der ältere. Sein Instrument [1]) war nichts weiter als ein in ganze und halbe Zolle geteiltes hölzernes Stäbchen mit knopfförmigem Ende (s. Fig. 14). Es diente zur Messung des geraden Durchmessers der Beckenmitte; in Rückenlage der Frau wurde das Stäbchen bis an die Aushöhlung des Kreuzbeins (Verbindung von 2. und 3. Wirbel) eingeführt, sein vorderer Teil an den Schambogen angedrückt und, während die eine Hand das Instrument hielt, markierte der Zeigefinger der anderen Hand die Stelle, welche dem unteren Rand der Symphyse anlag. Aus dem so gewonnenen Maße machte Stein einen Schluß auf die Größe der Conj. vera.

Er veränderte sein Instrument bald dahin [2]), daß er einen kleinen verschieblichen, durch eine Schraube fixierbaren Index anbrachte, welcher sicherer als der Zeigefinger das Maß angeben sollte (s. Fig. 15).

Da aber dieser kleine Index sich schlecht an die richtige Stelle bringen und fixieren ließ, veränderte er ihn so [3]), daß er durch eine bis vor die Genitalien reichende Verlängerung bewegt und festgestellt werden konnte (s. Fig. 16). Stein war sich der Ungenauigkeit, von dem gewonnenen Maß auf die Conj. vera einen Schluß zu machen, übrigens wohl bewußt [4]).

1) G. W. Stein, Prakt. Anleitung zur Geburtshilfe. Kassel 1772. pag. 142 u. 230. Taf. 2. Fig. 4.

2) Praktische Anleitung. 2. Aufl. 1777. pag. 262 und Taf. 2 Fig. 4.

3) Kleine Werke zur praktischen Geburtshilfe. Marburg 1798. pag. 135 ff. Taf. 8. Fig. 1. — Richter's Bibliothek. Bd. VI. S. 3. — Vgl. ferner: Stein, Beschreibung einiger Beckenmesser. Kassel 1782.

4) Kleine Werke. pag. 180.

Nach ihm wurde das Instrument meist zur Messung der Conj. diagonalis benutzt.

Damit dabei das vordere Ende besser dem Promontorium anliege, brachte WEIDMANN[1]) statt des gewölbten Endes eine Aushöhlung an.

CREVE[2]), welcher diese Veränderung annahm, modifizierte die Messung in folgender Weise (s. Fig. 17): Am Handgriff des Stabes wurde ein Garnfaden befestigt; dieser lief in einer Rinne der unteren Seite des Stabes bis zu dessen vorderem Ende, durchbohrte dieses schräg und kam an einer Einkerbung des vorderen Randes der Vertiefung wieder hervor. Das Instrument wurde an das Promontorium geführt, die linke Hand hielt es, den Stab etwas gegen den Damm senkend, hier angedrückt; die rechte Hand ging in die Scheide, ergriff das freie Ende des Fadens und führte es bis an den Schambogenrand. Die diesem anliegende Stelle des Fadens wurde mit dem Finger festgehalten und nach Herausnahme des Instruments die Länge der Conj. diag. an dem auf dem Stab angebrachten Maßstab abgemessen.

MENDE[3]) gab dem Instrument von CREVE eine Krümmung, um es besser an das Promontorium leiten zu können, paßte die Höhlung besser der Form des Promontoriums an und machte die Markierung durch Anbringen eines verschieblichen Index auf dem statt des Fadens gewählten Bandmaße sicherer.

AITKEN[4]) benutzte einen mit Maßstab versehenen weiblichen Katheter (s. Fig. 18) statt des STEIN'schen Stäbchens.

---

1) CREVE, Vom Baue des weiblichen Beckens. Leipzig 1794. pag. 60.

2) CREVE, l. c. pag. 61. Taf. VIII. Fig. 1 und 2.

SCHREGER, Die Werkzeuge der älteren und neueren Entbindungskunst. Erlangen 1799. pag. 39. — SCHR. tadelt den unsicheren Stand des Stabes am Promontorium und sagt: „Wäre der Stab kürzer, so könnte ihn vielleicht eben die Hand, die ihn jetzt bei seiner beträchtlichen Länge äußerlich fassen muß, im Inneren durch den Zeige- und Mittelfinger fixieren und zugleich, indem er auf der Handhöhle aufruhte und von dem eingeschlagenen Daumen gegen sie angedrückt würde, halten.“ „Die Elastizität des Garnfadens, das Ungewisse des Fingerzeigs verdienen ebenfalls in Anschlag zu kommen.“ — CREVE selbst schien übrigens seinem Instrument keinen besonderen Wert beizumessen, da er die digitale Messung vorzog (l. c. pag. 62).

3) Beobachtungen und Bemerkungen aus der Geburtshilfe. 1826. Bd. III. pag. 82. Anm.

4) AITKEN, Principles of midwifery. London 1784. Deutsch von SPOHR. Nürnberg 1789. Taf. XXIX. Fig. 4. — FRORIEP vereinigte

Asdrubali [1]) (s. Fig. 19) wollte die digitale Messung mit der instrumentellen kombinieren und brachte an einem Stab einen geschlossenen Fingerhut an; in diesen wurde der Zeigefinger hineingesteckt und so der Finger gleichsam verlängert. Das an das Promontorium anzulegende Ende war gefurcht, um das Abgleiten zu vermeiden. Er nannte das Instrument „Pelvimetro digitale". —

Die angeführten Instrumente können zwar für die Messung der Conj. diagonalis benutzt werden, am besten noch das einfache Stein'sche Instrument, doch kommt ihnen natürlich keine weitere Bedeutung zu, da die exakt ausgeführte digitale Messung der Conj. diagonalis zum mindesten gleich sichere Resultate liefert. Besonders unsicher sind diejenigen Instrumente (Creve, Asdrubali), bei welchen der für das Promontorium bestimmte vordere Teil ohne direkte Kontrolle der Finger fixiert werden soll.

Außer dem oben beschriebenen, einfachen Beckenmesser konstruierte Stein einen weiteren, welchen er seinen großen und zusammengesetzten Pelvimeter nannte [2]). Derselbe sollte der direkten Messung der geraden Beckendurchmesser, insbesondere der Conj. vera dienen. Fig. 20 zeigt das Instrument; dasselbe hat die Form einer Scheere, besitzt jedoch keine Kreuzung; das längere Blatt ist für die hintere, das kürzere für die vordere Beckenwand bestimmt; letzteres läßt sich herausnehmen und durch andere Einsatzstücke ersetzen, welche je nach der Form des zu untersuchenden Beckens ausgewählt werden. Nachdem die eine Hand vollkommen in die Scheide eingebracht ist, führt die andere Hand das geschlossene Instrument ein; unter Leitung der in der Scheide befindlichen Finger werden die Spitzen der Arme an die Endpunkte des zu messenden Durchmessers gebracht, indem die das Instrument haltende andere Hand die Handgriffe einander nähert.

---

den Beckenmesser mit dem Wendungsstäbchen (Froriep, Geburtshilfe. Weimar 1832. § 346).

1) F. Asdrubali, Elementi di ostetricia. 1795. Tom. I. pag. 33. Tab. II. Fig. 1—3. — Vgl. Schreger, l. c. pag. 40: „schade, daß er der Spitze seines Werkzeugs nicht auch das Gefühl der Fingerspitze mitteilen konnte." „Es bleibt gar sehr einem glücklichen Ungefähr überlassen, ob man den Maßpunkt am Vorberge richtig trifft."

2) Kurze Beschreibung eines Pelvimeters als eines in der Entbindungskunst nützlichen Werkzeuges. Kassel 1775. (Prorektorats-Programm.) — Kleine Werke. pag. 157 ff.

Auf der zwischen den Handgriffen befindlichen Skala gleitet ein Index, welcher mit dem einen Handgriff durch einen Stellkörper so verbunden ist, daß er den Bewegungen desselben folgt. Sobald die Endpunkte des zu messenden Durchmessers erreicht sind, löst der Zeigefinger der äußeren Hand den Stellkörper, wodurch der Index frei wird und an seiner Stelle stehen bleibt, während nun das Instrument geschlossen und aus der Scheide herausgeführt wird. Der Index zeigt auf der Skala das Maß des gemessenen Durchmessers. Die Skala ist auf 3 Seiten graduiert, indem je eine Seite einem der 3 Einsatzstücke entspricht; korrespondierende Nummern zeigen an, welche Seite der Skala im speziellen Fall das Maß angiebt[1]).

Dieser Beckenmesser eröffnet die große Reihe derjenigen Instrumente, bei welchen beide Zirkelarme gleichzeitig in die Scheide eingebracht werden. Nur wenn die Scheide eine solche Dehnung erlaubt (was fast nur intra partum der Fall ist), daß die ganze Hand eingeführt werden kann, wenn fernerhin die Zirkelarme unter Leitung der Finger an die zu messenden Punkte sicher geleitet werden können, kann die Messung von Erfolg sein. Infolge dieser Einschränkung haben sich die nach diesem Prinzip konstruierten Instrumente nie einbürgern können.

Der tief in das Becken eingekeilte Kopf verhindert natürlich die Messung, wie bei jeder inneren Messung, bei der die Meßpunkte nicht erreicht werden können. Steht der Kopf beweglich auf dem Bekken, so kann er bei den unter Leitung der ganzen Hand oder wenigstens mehrerer Finger eingebrachten Instrumenten emporgehoben werden.

Stein empfiehlt bei seinem Instrument, den hinteren Arm, falls er im hinteren Scheidengewölbe nicht hoch genug geführt werden kann, durch den Muttermund einzubringen; nur müsse man darauf achten, daß der vordere Arm nicht an der vorderen Lippe hängen bleibe.

Andere als gerade Durchmesser mit dem Instrument zu messen, hat Stein kaum beabsichtigt, zumal er der Bestimmung der Seitendurchmesser keinen Wert beilegte[2]). Die Form des Instru-

---

1) Schreger, l. c. pag. 23, schlägt vor, der Spitze des hinteren Armes durch größere Breite besseren Halt am Promontorium zu verschaffen. — Stark (Neues Archiv für die Geburtshilfe. Bd. II. pag. 259) bewundert an dem Instrument die Wiedergabe des Mechanismus der Hand.

2) Vgl.: Kurze Beschreibung eines Pelvimeters. pag. 8. Anm. Kleine Werke. pag. 167.

mentes würde sich, selbst wenn die Scheide die nötige Dehnung gestattete, wenig zu solcher Messung eignen.

Nach dem Muster von STEIN sind bis in die neueste Zeit Beckenmesser konstruiert worden.

Ich füge, bevor ich diese beschreibe, den Beckenmesser von JUMELIN[1]) ein (s. Fig. 21). Derselbe ist nach der Idee eines Silhouettenstorchschnabels konstruiert und besteht aus zwei gleich langen, in ihrer Mitte sich kreuzenden[2]) Eisenstäben und dem an einem der Stäbe angebrachten Maßstab. Die Enden der sich kreuzenden Stäbe sollten an Promontorium und innere Symphysenfläche angelegt werden; dann sollte der Maßstab die beiden anderen, vor den Genitalien befindlichen Enden verbinden und die zu messende Entfernung angeben. JUMELIN rät auch, den einen Arm an das Promontorium, den anderen außen an den Mons Veneris anzulegen und die Dicke der Schamfuge in Rechnung zu ziehen. Ein zwar sehr einfaches, aber in dieser Form nicht brauchbares Instrument, wie die Zeichnung zur Genüge illustriert. Es ist wahrscheinlich nie angewendet worden. —

STEIN d. jüngere[3]) modifizierte das Instrument STEIN's d. älteren, indem er an den beiden Enden (elastische) Ringe für die Fingerspitzen anbrachte und die Skala an das Ende der Griffe verlegte (s. Fig. 22). —

Der allgemeine Beckenmesser von AITKEN[4]) (s. Fig. 23) ist ein scherenförmiges Instrument, womit man nach Aussage des Erfinders „innerlich und äußerlich nach allen Richtungen bequem und genau messen kann". Es ist eine Kombination von STEIN's Instrument mit BAUDELOCQUE's Zirkel[5]). Das Fehlen einer Beckenkrümmung würde bei dem Versuch, mit dem Instrument die Conj. zu messen, dem Damm sehr viel zumuten. Zudem ist die innere Messung ganz unzuverlässig, wenn sie ohne Leitung der Finger ausgeführt wird, ganz abgesehen davon, daß das Instrument den

1) ROZIER, Observations sur la physique, sur l'histoire naturelle et sur les arts. Paris 1778. Juli. pag. 189 ff. De ce qui a été fait pour et contre l'opération de la section de la simphise du pubis par M. JUMELIN. Cfr. pag. 200 u. pl. I. fig. 4.

2) Nur in diesem Fall stimmt die von JUMELIN gegebene sehr kurze Beschreibung.

3) STEIN jun., Neue Annalen der Geburtshilfe. Bd. I. Mannheim 1883. pag. 69.

4) J. AITKEN, l. c. pag. 90 und 284. Taf. 29. Fig. 3.

5) „Eine traurige Komposition des zusammengesetzten STEIN'schen Beckenmessers und des BAUDELOCQUE'schen Compas d'épaisseur." HOHL, Die geburtshilfliche Exploration. II. Teil. Halle 1834. pag. 183.

Fehler so vieler Beckenmesser teilt, daß die Scheide nur selten die nötige Dehnung gestattet. —

Der Kephalo-Pelvimeter von ANS. MARTIN soll in ähnlicher Weise zur direkten Messung der inneren Beckendurchmesser dienen; Fig. 24 stellt das Instrument dar. Es unterscheidet sich wenig von einem äußeren Beckenmesser, nur das Maß wird anders angezeigt, indem ein Zeiger auf der Skala durch Drehung des Handgriffs bewegt wird [1]). —

Ganz ähnlich dem STEIN'schen Instrument, ohne jedoch Verbesserungen darzustellen, sind die der direkten Messung der Conj. vera dienenden Beckenmesser von GREENHALGH-HARRIS [2]) und LUMLEY EARLE [3]); ein Blick auf die Figuren 25 und 26 ersetzt eine ausführlichere Beschreibung. —

Ähnlich ist auch das Instrument von LAZAREWITSCH [4]) (Fig. 27), welches in analoger Weise, wie das von STEIN zur Messung der geraden Beckendurchmesser dienen soll (in seltenen Fällen auch zur Messung der schrägen Durchmesser). Der hintere Arm ist an seinem Ende abgeplattet; das freie Ende des vordern Armes kann in spitzem Winkel auseinandergeschoben werden, um etwaige an der Innenfläche der Symphyse gelegene Geschwülste zu umgehen, oder Druck der Urethra während der Untersuchung zu verhüten. Ein an den Griffen angebrachter Doppeltransporteur soll zur gleichzeitigen Bestimmung der Beckenneigung dienen. Die inneren Arme lassen sich von den Griffen entfernen und durch stark gekrümmte äußere Arme ersetzen, wodurch das Instrument zur äußeren Beckenmessung benutzbar wird. Setzt man den inneren hinteren und den äußeren vorderen Arm ein, so kann es zur into-externen Messung (wie das bekannte VAN HUEVEL'sche Instrument — s. später [5]) benutzt werden.

Eine andere Art, die Conj. vera direkt zn messen, wurde zuerst von COUTOULY benutzt. COUTOULY's Instrument [6]) hat Ähn-

1) ANS. MARTIN, Kopf- und Beckenmesser. München 1854.

2) Transactions of the obstetrical society of London. Vol. VI. 1864. pag. 186.

3) ibid. Vol. III. 1861. pag. 145.

4) LAZAREWITSCH, De pelvis femineae metiendae rationibus. Diss. Kiev 1857. — Pelvimeter zur inneren und äußeren Beckenmessung mit gleichzeitiger Bestimmung der Beckenneigung. Monatsschrift für Geburtskunde. Bd. XXXI. 1868. pag. 378.

5) cfr. S. 71.

6) Das Instrument wurde der chirurg. Akademie zu Paris am 30. April 1778 von LOUIS vorgelegt. In Séances publiques de l'acad.

lichkeit mit einem Schustermaß (s. Fig. 28). In einer oben aufgeschlitzten Röhre (weiblicher Arm), an deren vorderem Ende in rechtem Winkel ein löffelförmiger Ansatz angebracht ist (zum Anlegen an das Promontorium bestimmt), läßt sich ein mit ähnlichem Ansatz versehener Stab (männlicher Arm) verschieben. Zuerst wird der weibliche Arm in die Scheide eingebracht und, nachdem der löffelförmige Ansatz das Promontorium erreicht hat, an dem an der Unterfläche angebrachten Ring und Haken [1]) durch Zeigefinger und Daumen der einen Hand fixiert. Hierauf führt die andere Hand das vordere Ende des männlichen Armes in die Scheide und läßt, sobald der löffelförmige Ansatz hinter die Symphyse gebracht ist, den Stab vollends in den weiblichen Arm ein. Nachdem der männliche Arm so weit zurückgezogen ist, daß sein Ansatz der Innenfläche der Symphyse anliegt, wird an dem auf ihm angebrachten Maßstab die Länge der Conj. vera direkt abgelesen. Coutouly nannte das Instrument „Appréciateur du bassin". Die wesentlichen Fehler desselben liegen darin, daß das vordere Ende nicht unter Kontrolle der Finger am Promontorium gehalten [2]) und der Scheide eine recht erhebliche Ausdehnung zugemutet wird. Später änderte übrigens Coutouly die Messung in der Weise ab, daß nur der eine Arm in die Vagina eingeführt, der andere außen an die Symphyse angelegt wurde; für die Dicke der letzteren wurden 13 mm abgezogen [3]).

Das von Coutouly angewandte Prinzip ist mehr oder minder modifiziert in verschiedenen Instrumenten bis in die neueste Zeit zum Ausdruck gebracht worden.

---

roy. de Chir. Paris 1779. pag. 137 wird das Instrument nur erwähnt, nicht beschrieben. Genaue Beschreibung bei Köppe, De pelvi feminea metienda. Lips. 1781. pag. 31.

Coutouly, Mémoir. et observ. sur divers sujets rélatifs à l'art des accouchements. Paris 1810. pag. 113.

1) Das Originalinstrument hatte nur einen dem vorderen Ende ganz nahestehenden Ring. Baudelocque (Taf. 6. Fig. 3) bildet 2 Halbringe ab. Die hier dargestellte Modifikation (Ring und Haken) wird von Stein (Kleine Werke. pag. 151) als die holländische Verbesserung beschrieben.

2) Schreger, l. c. pag. 28 schlug vor, dem Instrumente die Meßpunkte unter Leitung der eingehenden Hand anzuweisen; der Ring sollte näher dem vorderen Ende angebracht, schräg gestellt und zur Aufnahme des kleinen Fingers bestimmt sein. Nachdem das Maß genommen, sollten beide Arme durch eine Schraube aneinander fixiert werden, um das Maß bequem ablesen zu können.

3) Mém. et observ. Paris 1810. pag. 130.

So ist der von Salomo[1]) angegebene Beckenmesser (siehe Fig. 29) eine Kombination des Coutouly'schen Appréciateur mit dem einfachen Stein'schen Instrument. In einer oben aufgeschlitzten Röhre kann ein rechtwinklig daraus hervorragendes Rostrum (wie Kist den Ansatz nennt) hin und her bewegt werden. Auf der Röhre ist außerdem ein Index angebracht, welcher dem des verbesserten Stein'schen Stäbchens (Fig. 16) entspricht; eine Schraube kann den Index und gleichzeitig den das Rostrum bewegenden Stempel feststellen. Unter Leitung zweier Finger wird das knopfförmige Ende des Instruments an die Aushöhlung des Kreuzbeins geführt, das Rostrum durch den Stempel so weit bewegt, bis seine Spitze das Promontorium berührt, und nun der Index bis an die Symphyse zurückgeschoben und festgestellt. Auf diese Weise wird der gerade Durchmesser der Beckenmitte gemessen; der Abstand des Rostrums von dem knopfförmigen Ende giebt den Grad der Aushöhlung des Kreuzbeins an und die Verbindungslinie von der Spitze des Rostrums bis zum Index die Grösse der Conj. diagonalis. Soll die Conj. vera gemessen werden, so wird statt des geraden Rostrums ein gekrümmtes eingesetzt, die Konvexität dem knopfförmigen Ende zugekehrt; nachdem das Instrument in gleicher Weise wie vorher eingeführt worden ist, wird das obere Ende des gekrümmten Rostrums an den oberen Symphysenrand geführt und in dieser Stellung fixiert. An dem herausgenommenen Instrument soll dann die Differenz abgelesen werden können, welche von der vorher gemessenen Conj. diagonalis abgezogen werden muß, um die Conj. vera zu erhalten. — Das Instrument bietet zwar vor dem Coutouly'schen den Vorteil, daß es die Scheide weniger dehnt, und daß unter Leitung der Finger gemessen werden kann, allein die Bestimmung der Conj. vera ist keine sichere. —

Ritgen[2]) vereinigte in seinem ersten Beckenmesser das Instrument von Coutouly mit dem von Asdrubali (s. Fig. 30). Ein der Beckenaxe gemäß gebogener, hölzerner Stab trägt an seinem zum Einführen in die Scheide bestimmten Ende einen hohlen Kolben, welcher beiderseits je eine seitliche Aushöhlung für den linken oder rechten Zeigefinger besitzt. Das Ende des Kolbens wird an das Promontorium geführt, dann der auf dem Stab gleitende

---

1) F. C. Kist, Historia critica pelvimensorum. Diss. Lugduni Batav. 1818. pag. 70.

2) Geburtshilfliche Demonstrationen. Taf. 40. Fig. 6—11.

Schieber an den Innenrand der Symphyse gebracht und auf dem Maßstab das Maß abgelesen. Auch konnte der Schieber außen an die Symphyse angelegt werden und für die Dicke der Symphyse ein Abzug in Rechnung gebracht werden.

Der Erfinder selbst fand keinen Gefallen an diesem Instrument; die Krümmung ließ schlecht am Stiel außerhalb der Scheide die Richtung und Lage des Kolbens erkennen; das Instrument nahm viel Raum ein; die Fixierung am Promontorium war unsicher. Deshalb konstruierte er das Instrument Fig. 31. An einem Messingstab war ein hohler Cylinder als Fingerhut befestigt, in dessen Anfang die Spitze des Zeigefingers eingeführt wurde. In diesem Cylinder war ein kleinerer gelegen, dessen Ende durch eine Spiralfeder gegen das offene Ende des äußeren Cylinders gehalten wurde: sobald dieses an das Promontorium angedrückt wurde, wich der innere Cylinder zurück, ein am unteren Ende der Spiralfeder angebrachtes Plättchen drückte auf die Spitze des Zeigefingers und zeigte diesem an, daß das Promontorium erreicht sei. Den äußeren Cylinder nannte Ritgen den Sucher, den inneren den Finder. Dieses Instrument benutzte Ritgen zur Messung der Conj. diagonalis.

Bald aber brachte er auf dem Stab einen Schieber mit Querbalken an, welcher äußerlich über dem Schoßfugenrand die Bauchdecken zurückdrängend angelegt werden sollte.

Die Form des Suchers und Finders bewährte sich nicht und wurde daher abgeändert (s. Fig. 32*a*). Der ganze Stab wurde hohl gemacht; vom Kopf des Finders lief ein starker Draht durch die ganze Länge der Röhre; eine am Ende dieser angebrachte kleine Feder hielt den Finder in seiner Lage; sobald der Finder dem Druck des Promontoriums ausgesetzt war, trat die Feder zurück. Den mit Querbalken versehenen Schieber nannte Ritgen den äußeren Finder. Um außerhalb der Genitalien beide Finder in dieselbe Lage zu bringen, in welcher sie sich während des Messens befanden, wurde ein auf der Röhre verschiebbarer Index hinzugefügt. Der Abstand wurde mit einem gewöhnlichen Maßstab gemessen. Statt des äußeren Finders konnte auch ein zweiter innerer Finder angebracht werden (s. Fig 32*b*), um das Maß der Conj. ganz innerhalb der Genitalien zu nehmen.

Die Fehler des Instruments liegen auf der Hand. Ohne direkte Kontrolle der Finger ist nie die Sicherheit gegeben, daß das Ende des Instruments dem Promontorium anliegt. —

Einen sehr komplizierten Mechanismus, ohne besondere Vor-

teile zu gewähren, bietet der Beckenmesser von Desberger[1]), welchen der Erfinder Pelvimeter pluriformis nennt (s. Fig. 33). Das Prinzip ist dasselbe, wie bei Coutouly. Das vordere, knopfförmige Ende des Instruments wird an das Promontorium gelegt, der andere Knopf wird bis an den unteren Symphysenrand zurückgezogen, wobei er die Länge der Conj. diagonalis durchläuft. Originell an dem Instrument ist nur die Art, in welcher das Maß ersehen wird. Im Inneren des Instruments befinden sich in gleichen Abständen von einander kleine Stifte, welche durch kleine Federn niedergehalten werden[2]); soweit der Schieber zurückgezogen wird, springen die kleinen Stifte vor und der letzte derselben giebt alsdann das gewünschte Maß der Conj. diagonalis. Ein Vorteil dieses sehr komplizierten Mechanismus vor dem Index des Stein'schen Stäbchens (Fig. 16) ist nicht zu ersehen.

Um die Conj. vera direkt zu messen, diente das Instrument Fig. 34, welches im Prinzip dem Coutouly'schen vollkommen gleicht. Sollte die Conj. diagonalis gemessen werden, wenn der direkte Weg bereits verlegt ist, so wurde das modifizierte Instrument, Fig. 35, benutzt. —

Eine fruchtbringende Abänderung erfuhr die Messung in dem Intro-Pelvimètre der Mad. Boivin[3]) (s. Fig. 36). Bei diesem nämlich wurde der für das Promontorium bestimmte Arm durch das Rectum appliziert (Rektalarm); nur der für die Symphyse bestimmte wurde in die Vagina eingeführt (Vaginalarm). Hierdurch wird der Nachteil der übermäßigen Ausdehnung der Vagina vermieden. Im übrigen ist das Prinzip des Instruments

---

1) Desberger, Biargruna, worin der Pelvimeter pluriformis als neueste Erfindung eines Instruments für Entbindungskunde und als Beitrag zu diesem Teile der Nachkommenschaft-Heilkunde abgebildet und beschrieben ist. Berlin und Stettin 1824. — Sehr detaillierte Beschreibung aller einzelnen Teile der Instrumente mit etwa 50 Figuren.

Biargruna ist der Name derjenigen Runentafeln, worauf die geburtshilflichen Hilfeleistungen verzeichnet waren. Das Titelblatt trägt das Wort in Runenschrift! Es ist dies übrigens nur eine von den vielen Kuriositäten, die in der Arbeit zu finden sind.

2) In der Zeichnung ist das Instrument durchsichtig dargestellt, um diesen Mechanismus zu zeigen.

3) Mme veuve Boivin, Recherches sur une des causes les plus fréquentes et la moins connue de l'avortement; suivies d'un mémoire sur l'intro-pelvimètre, ou mensurateur interne du bassin; couronné par la société royale de médecine de Bordeaux. Paris 1828. Deutsch von Meissner. Leipzig 1829.

dasselbe, wie bei Coutouly. Zuerst wurde der Rektalarm eingeführt, bis sein abgeplattetes Ende das Promontorium erreichte, dann wurde dem Vaginalarm sein Platz angewiesen und nun beide Arme verbunden; ein am Rektalarm angebrachter Maßstab zeigte die Größe der Conj. vera. Bei weiter Vagina sollte die Messung auch so vorgenommen werden können, dass beide Arme per vaginam eingeführt werden. Wie die Conj. vera, so konnten auch der gerade Durchmesser des Beckenausgangs und schräge Durchmesser gemessen werden [1]). So gut auch die Idee ist, das Rectum für die Messung zu verwenden, so liegt doch ein großer Nachteil darin, daß das Ende des Rektalarms ohne Kontrolle der Finger an das Promontorium geführt und hier unverrückt gehalten werden soll, bis die folgende Applikation des Vaginalarms und die Verbindung beider Arme beendet ist. Wollte man das Instrument mit Erfolg anwenden, so müßte man den Rektalarm unter Leitung der Finger (in Narkose) an das Promontorium führen und hier seine Lage kontrollieren. Der Zeigefinger der anderen Hand müßte das Gleiche mit dem Vaginalarm thun; natürlich wäre noch eine Assistenz notwendig, welche das Instrument hält und die Arme zusammensetzt [2]). Das Instrument kann ferner als Compas d'épaisseur benutzt werden, indem der Vaginalarm durch einen mit Kreisskala versehenen Arm ersetzt wird (s. Fig. 37). —

In ähnlicher Weise suchte Kiwisch [3]) das gleichzeitige Einbringen beider Arme in die Vagina zu vermeiden. Er verwendete nämlich nur für den hinteren Arm die Vagina, für den vorderen dagegen die Harnröhre. Die Messung mit Kiwisch's Instrument (s. Fig. 38) wird in der Weise vorgenommen, daß zunächst der Urethralteil in die Urethra eingeführt wird, bis sein Ende den oberen Symphysenrand [4]) berührt; dann wird die an dem mit dem

---

1) Mad. Boivin bespricht auch die Möglichkeit, mit dem Instrumente den Kindskopf zu messen (l. c. pag. 202.) Auch andere Verwendungsarten deutet sie an (Messung von Uterustumoren, Aufrichtung des retrovertierten Uterus (!?), Messung von Blasensteinen, pag. 203, 204).

2) Ausgiebige Kritik s. bei Wellenbergh, Abhandlung über einen Pelvimeter. Haag 1831. pag. 19 ff. Vgl. auch van Huevel, Mémoire sur la pelvimétrie. Gand 1841. pag. 24 ff.

3) Beiträge zur Geburtskunde. I. Abt. Würzburg 1846. pag. 1. Taf. 2. Fig. 4. Zur Lehre von der Beckenneigung und Beckenmessung, nebst Angabe eines neuen Meßinstruments.

4) Richtiger den hervorragendsten Punkt der hinteren Symphysenfläche.

Urethralthal in fester Verbindung stehenden Schraubenteil befindliche Schraube so weit vorgedreht, bis die an ihrem vorderen Ende angebrachte Platte dem Mons Veneris fest anliegt, wodurch der Urethralteil fest fixiert wird. Hierauf wird das Ende des Vaginalarms an das Promontorium (oder an einen anderen Punkt des Kreuzbeins, wenn ein anderer gerader Durchmesser als die Conj. vera bestimmt werden soll) geführt, beide Arme vereinigt und an ihrer Kreuzungsstelle der Buchstabe auf der Skala des Schraubenteils, sowie die Zahl auf der Skala des Vaginalarmes vermerkt. Nachdem das Instrument aus den Genitalien entfernt ist, werden die Arme auf die gleichen Zeichen eingestellt, wodurch die direkte Messung mittelst Maßstabs ermöglicht ist. Indem man successive die verschiedenen Punkte des Kreuzbeins mit dem Vaginalarm aufsucht, kann man ein Bild des Beckencanals erlangen und durch Übertragung desselben auf Papier alle geraden Durchmesser sowie den Verlauf des Kanals anschaulich machen.

Wenn auch das Instrument infolge seiner Kompliziertheit und der Unzukömmlichkeiten, welche mit der Benutzung der Urethra verbunden sind, keinen allgemeinen Gebrauch gefunden hat[1]), so ist immerhin die Art der Messung als ein Fortschritt zu betrachten. Vor allem ist der Umstand von Wichtigkeit, daß es mit dem Instrument gelingt, eine gute Anschauung des Beckenkanales zu gewinnen. —

Capezzi's[2]) Instrument mißt in derselben Weise, wie das von Coutouly, die Conjugata, hat aber noch eine Vorrichtung, welche es ermöglichen soll, auch den Querdurchmesser des Beckeneingangs zu messen.

Zu diesem Zweck sind der männliche und weibliche Arm um einen Zapfen in horizontaler Richtung drehbar (ähnlich wie die Blätter des forceps); die Entfernung der vor den Genitalien befindlichen Enden entspricht derjenigen der inneren[3]). Um nun die zu starke Ausdehnung der Vagina zu verringern, hat Capezzi am inneren Ende jedes Armes seitlich je einen cylindrischen Ansatz von ein Zoll Länge angebracht; die Ansätze sind in Gelenken

1) Vgl. die Kritik des Instruments von Hoffmann, Neue Zeitschrift für Geburtskunde, Bd. XXV. 1848. pag. 31. — Bei stark vorspringendem Symphysenknorpel gleitet der Urethralteil seitlich ab. Vgl. Breit, Archiv für physiol. Heilkunde. 1848. pag. 624.

2) Gazetta Toscana delle scienze medico-fisiche. Florenz 1843. Gazette médicale de Paris. 1843. Nr. 48. pag. 776.

3) Vgl. Jumelin, S. 56.

beweglich. Beim Einführen des Instruments liegen sie parallel den Branchen; der in die Vagina gebrachte Finger stellt sie senkrecht auf. Es wird auf diese Weise die Ausdehnung der Vagina verringert; trotzdem aber teilt das Instrument die Nachteile der anderen, bei welchen beide Meßarme gleichzeitig in die Vagina gebracht werden; selbst wo Einführung der ganzen Hand möglich ist, dürfte es schwer fallen, mit dem Instrument sicher zu messen.

Der ebenfalls das Prinzip von COUTOULY nachahmende, für die direkte Messung der Conj. bestimmte Beckenmesser von BECK[1]) (s. Fig. 39*a*) bietet den Vorteil, leicht in die Vagina eingeführt und ebenso aus derselben entfernt werden zu können. Bei der Einführung stellt das Instrument nur einen dünnen, vorn etwas aufgebogenen Cylinder dar; nachdem das Ende desselben unter Leitung zweier Finger an das Promontorium angelegt ist, wird das vordere, für den inneren Symphysenrand bestimmte Ende eines in dem Cylinder verschiebbaren Stabes durch eine Schraubenvorrichtung rechtwinklig aufgerichtet; dann wird der äußere, über den Cylinder verschiebbare Ansatz außen an den Mons Veneris geschoben und fixiert, wodurch das Instrument Halt gewinnt. Der innere Stab wird hierauf durch eine Schraube so weit nach außen (gegen die Symphyse zu) bewegt, bis die rechtwinklig aufgestellte Branche die Innenfläche der Symphyse erreicht hat; die Herausnahme geschieht, nachdem die aufgerichtete Branche wieder niedergelegt ist. Ein auf dem Stab angebrachter Maßstab zeigt das gesuchte Maß. — Ein Nachteil liegt darin, daß die dünne, aufzurichtende Branche sich leicht in die vorliegenden Weichteile einbohren, auch beim Niederlegen solche mit fassen kann. — Unter Benutzung des äußeren, für die Anlegung an den Mons Veneris bestimmten Teils und einer an der Spitze des Instruments zu befestigenden Verlängerung kann auch die äußere Beckenmessung vorgenommen werden (s. Fig. 39b).

HOWITZ'[2]) Instrument soll hier eingefügt werden, welches nur insofern Analogie mit den hier beschriebenen bietet, als ebenfalls durch direkte, gleichzeitige Applikation des Instruments an beide Endpunkte des zu messenden Durchmessers die Messung

---

1) BECK, Beitrag zur Messung der räumlichen Verhältnisse des weiblichen Beckens. Archiv für physiol. Heilkunde, herausgegeben von ROSER und WUNDERLICH. IV. Jahrg. 1845. pag. 436.

2) Monatsschrift für Geburtskunde. Bd. XIX. 1882. pag. 355.

ausgeführt wird. Fig. 40 stellt das Instrument dar; dasselbe soll für Messung aller Durchmesser des Beckens geeignet sein. In einem äußeren Cylinder ist ein innerer verschiebbar; die Enden dieser Cylinder sollen die Endpunkte des zu messenden Durchmessers berühren. Unter Leitung zweier Finger wird das Ende des äußeren Cylinders an den einen Endpunkt, z. B. das Promontorium, gebracht; hierauf schiebt die äußere Hand die mit dem inneren Cylinder in Verbindung stehende Stange weiter hinein, wodurch die Cylinder sich der Richtung der Conj. nähern. Durch Näherung der äußeren Arme des Instruments entfernen sich nun beide Cylinder in der Richtung, welche sie einnehmen, so lange, bis der innere Cylinder gegen die Symphyse stößt; nun fixiert man die Stellung der äußeren Arme mittelst der an dem Maßstab befindlichen Schraube und „man überzeugt sich nun mit einem Finger davon, daß einigermaßen der obere Rand der hinteren Wand der Symphyse erreicht ist; ist dies nicht der Fall, so muß das Maß von neuem genommen werden". Die Zahlen an Stab und Kreisbogen geben die Möglichkeit, das Instrument nach der Herausnahme wieder in die gleiche Stellung zu bringen und das Maß zu nehmen. Die Messung mit dem Instrument muß eine unsichere sein, da nicht gleichzeitig beide Endpunkte von den Fingern kontrolliert werden können, es müßte denn die ganze Hand eingeführt werden. —

Das Instrument von Kurz[1]) (s. Fig. 41) besteht aus einem einfachen, mit rundem Knopf versehenen Stab, über welchem eine mit einem 3 cm hohen, senkrechten Arm versehene Hülse verschieblich ist. Nach Kurz soll der Stab mittelst zweier starker Gummiringe an der Radialseite des Zeigefingers so befestigt werden, daß das knopfförmige Ende in gleicher Höhe mit der Fingerspitze steht. Nachdem das Instrument eingeführt und das Ende an das Promontorium angelegt ist, soll mit dem Zeigefinger der anderen Hand das Ende des senkrechten Armes an den hervorragendsten Punkt der hinteren Symphysenfläche angelegt werden. Nachdem der Schieber in dieser Stellung auf dem Stabe mittelst einer Schraube fixiert ist, wird das Instrument aus der Scheide entfernt und das Maß der Conj. vera direkt abgenommen. So einfach das Instrument ist, so stehen seiner Anwendung doch Hinder-

---

1) Zeitschrift für ärztliche Polytechnik. 1879. H. 4.
Centralblatt für Gynäkol. 1883. No. 32. Ein Beckenmesser zur direkten Messung der Conj. vera.

nisse entgegen[1]). Besonders ist es, während die eine Hand unter Kontrolle des Fingers den Stab am Promontorium fixiert, schwer möglich, daß der Zeigefinger der anderen Hand gleichzeitig in die Scheide geführt wird und den senkrechten Arm sicher dirigiert. Dabei hindern sich beide Hände gegenseitig[2]). —

Einigermaßen ähnlich ist das Instrument von Crouzat[3]) (s. Fig. 42). Vorteilhaft an diesem ist die Befestigung des Stabes am leitenden Finger mittelst eines vorn schräg geöffneten Fingerhutes, über dessen Öffnung sich ein kleiner Bogen spannt, der zwischen Nagel und Fingerkuppe zu liegen kommt; die Tastfläche des Fingers bleibt frei. Die über dem Stab verschiebbare Hülse trägt eine einen Teil eines Kreisbogens bildende Platte, welche durch eine vor den Genitalien befindliche Handhabe bis zur Berührung der inneren Symphysenfläche gezogen wird, sobald das Promontorium von dem Ende des Stabes erreicht ist. Der auf dem Stabe angebrachte Maßstab zeigt das Maß der Conj. vera. Ein Eingehen mit den Fingern der anderen Hand ist nicht erforderlich.

An diese der direkten Messung der Conj. vera dienenden Instrumente schließen sich diejenigen an, welche diesen Durchmesser durch Konstruktion des Conjugatendreiecks zu erforschen suchen. Dieses Dreieck ist bekannt, wenn die Conj. diagonalis, die geburtshilfliche Symphysenhöhe und der von beiden eingeschlossene untere Symphysenwinkel bekannt sind.

Winkler[4]) scheint der erste gewesen zu sein, welcher diesen Winkel zu messen versuchte. Er beschreibt seine Methode folgendermaßen: Verlängert man vom Dreieck A B C (s. Fig. 43 *a*) die Diagonalis auf ihre doppelte Länge, A E, zieht durch deren äußeren Endpunkt E eine Parallele E D zur Symphyse und eine ebensolche

---

1) Vgl. die Kritik von Kabierske. Centralbl. für Gynäkol. 1883. No. 40.

2) Es müßten denn so sonderbare Beckenverhältnisse vorliegen, wie auf der von Kurz gegebenen Zeichnung. Centralblatt für Gynäkol. 1883. pag. 506 (wie Kabierske sehr richtig hervorhebt, l. c. pag. 635); der gerade Durchmesser der Beckenenge betrüge nach dieser Zeichnung reichlich 14 cm.

3) Gazette des hôpitaux. 1882. pag. 772. Académie de Médecine, Sitzung vom 23. August 1882.

4) Archiv für Gynäkologie. Bd. I. pag. 462.

BF zur Diagonalis durch den oberen Symphysenrand, so entsteht ein Parallelogramm BCEF, in welchem ∢FEC gleich dem gesuchten ∢BCA ist. Konstruiert man nun ein System von Meßstäben, entsprechend AE, ED und EF so, daß die Stäbe ihrer Länge nach beliebig gestellt und fixiert werden können, trotzdem aber bei E und F Axen behalten, so hat man auf dem Stabe AE nur die doppelte Diagonalis, auf ED die Höhe der Symphyse und auf EF die einfache Diagonalis einzustellen, um die Messung vornehmen zu können. Ein bei E angebrachter Winkelmesser läßt das gesuchte Maß direkt ablesen (s. Fig. 43 *b*). Die Dicke der vorderen Beckenwand BD muß man besonders in Rechnung ziehen, so daß der Stab GF immer nur auf die Länge der Diagonalis minus der (leicht zu messenden) Dicke der vorderen Beckenwand eingestellt werden darf. —

Goth [1]) suchte den unteren Symphysenwinkel zu finden, indem er zunächst den Winkel, welchen die Conjugata diagonalis mit der Senkrechten bildet, dann den von der Symphyse und der Senkrechten gebildeten bestimmte. Hierzu diente ein graduierter gerader Stab, an welchem leicht verschieblich ein in Grade geteilter Halbkreis befestigt war; in der Mitte des Kreisbogens war mittelst eines Seidenfadens ein Lot angebracht. Eine einfache Berechnung ergab die Größe des gesuchten Winkels.

Nicht korrekt ist es, daß der von der Symphyse mit der Senkrechten gebildete Winkel durch Anlegen des Stabes an die äußere Symphysenfläche bestimmt wird, indem je nach der Form der Symphyse der vordere Endpunkt der Conj. vera mehr oder weniger nach der Beckenhöhle hervorragt und der die Konstruktion des Symphysendreiecks bestimmende untere (geburtshilfliche) Symphysenwinkel verschieden groß sein kann [2]). Auch darf nicht außer Acht gelassen werden, daß bei beiden Messungen die zu Untersuchende stets dieselbe Lage und Haltung einnehme. —

Kabierske [3]) konstruierte einen praktisch erdachten Apparat,

---

1) Goth, Über genauere Bestimmung des Winkels, welchen die Conjugata diagonalis mit der Symphyse bildet. Arch. für Gynäkol. Bd. XXI. 1883. pag. 517. — Vgl. ferner: Rubinstein, Centralblatt für Gynäkol. 1881, No. 23 und Tschernowa-Popowa. Centr. f. Gynäk. 1880. No. 26.

2) Vorteilhafter wäre es, den Stab an die Innenfläche der Symphyse anzulegen.

3) Kabierske, Über die Bestimmung der Conj. vera und ein neues Instrument hierzu. Centralbl. für Gynäk. 1883. No. 28.

um die Conj. vera mit Bestimmung des unteren Symphysenwinkels zu messen. Fig. 44 zeigt denselben. Der vorn mit einem Fenster für die Fingerkuppe versehene Stab wird unter Leitung des Fingers an das Promontorium gelegt; während dann die andere Hand das Instrument hält, geht der Finger zurück und legt den oberen Arm des Doppelzeigers an die innere Fläche der Symphyse, worauf die über dem Stab verschiebbare Hülse, an deren vorderem Ende der Doppelzeiger befestigt ist, durch eine Schraube (durch einen Gehilfen) fixiert wird; am Gradbogen wird die Zahl abgelesen, welche der Zeiger angiebt, und das Instrument entfernt. Hierbei, ebenso wie beim Einführen, liegt der vordere Teil des Doppelzeigers dem Stabe parallel, so daß Ein- und Ausführung ohne Beschwerden ausführbar sind. Außerhalb der Genitalien wird der Zeiger wieder in die Lage gebracht, die er bei der Messung einnahm, wodurch die direkte Messung der Conj. vera mittels Maßstabes vorgenommen werden kann.

Später [1]) modifizierte Kabierske das Instrument in der Weise, daß der kurze Zeiger in senkrechter Stellung zur Hülse unbeweglich festgestellt werden konnte; ferner wurde der Zeiger durch Hinzufügung einer Hülse so konstruiert, daß ihm vor der eigentlichen Messung die Länge der geburtshilflichen Symphysenhöhe gegeben werden konnte. Auf diese Weise wurde es möglich, die Conj. vera auch ganz direkt (wie bei Kurz, s. S. 65) zu messen. Das Instrument von Kabierske ist sicherlich wohl eins der besten, welche für die direkte Messung der Conj. vera empfohlen worden sind. Nur halte ich es für unzweckmäßig, daß der Stab am Promontorium nicht unter direkter Kontrolle des Fingers, sondern durch die andere, außen am Handgriff befindliche Hand gehalten werden muß. —

Instrumente zur direkten Messung der Conj. vera besitzen wir also, wie wir gesehen, eine recht erhebliche Anzahl, darunter einige, die gewiß mit Erfolg Anwendung finden können. Allein alle diese Instrumente haben den Nachteil, daß sie eben nur für die Bestimmung der geraden Beckendurchmesser konstruiert sind; eine Beckenenge aber nur nach dem Maß der Conj. beurteilen zu wollen, könnte zu den schlimmsten Konsequenzen führen.

---

1) Kabierske, Zur instrumentellen Bestimmung der Conj. vera. Centralbl. für Gynäk. 1883. No. 40.

Im folgenden sollen diejenigen Instrumente besprochen werden, welche auf indirekte Weise die Größe innerer Beckendurchmesser (vor allem der Conj. vera) dadurch zu bestimmen suchen, daß in zwei Messungen von den beiden Endpunkten des gesuchten Durchmessers nach einem und demselben, in seiner Verlängerung gelegenen äußeren Punkte gemessen wird. Durch Subtraktion des kleineren von dem größeren Maße wird der Wert bestimmt. Um z. B. die Conj. vera zu messen, wird zuerst vom Promontorium nach dem der Verlängerung der Conj. entsprechenden Punkte auf dem Mons Veneris, dann von dem vorderen Endpunkt der Conj. (innere Symphysenfläche) nach demselben Punkt gemessen; Subtraktion des zweiten Maßes von dem ersten giebt das Resultat. Der große Vorteil dieser into-externen [1]) Methoden beruht darin, daß stets nur ein Meßarm in der Scheide, nie zwei gleichzeitig, appliziert wird.

Wie bereits erwähnt wurde, haben Coutouly (S. 58) und Ritgen (S. 60) die Größe der Conj. dadurch bestimmen wollen, daß vom Promontorium nach dem Mons Veneris gemessen wurde; für die Dicke der Symphyse sollte ein bestimmtes Durchschnittsmaß abgezogen werden.

Auch Jumelin (S. 56) hatte schon eine diesbezügliche Angabe gemacht. Der Abzug eines Durchschnittsmaßes involviert aber eine Ungenauigkeit; exakter ist es, die abzuziehende Größe ebenfalls durch Messung zu finden, wie es bei den nun zu besprechenden Instrumenten der Fall ist.

Das Verdienst, zuerst in der angeführten Weise verfahren zu sein, gebührt Wellenbergh [2]). Sein erstes Instrument (s. Fig. 45) hatte 3 Zirkelarme und diente außer der Messung der Conj. gleichzeitig der Bestimmung der Dicke der hinteren Beckenwand. In linker Seitenlage wurde unter Leitung des Zeigefingers das hufeisenförmige Ende des mittleren Armes an das Promontorium geführt und hier fixiert; der vordere Arm wurde an den vorderen, äußeren Teil der Symphyse, der hintere Arm an die Lendenwirbelsäule angelegt; nachdem durch Schrauben die Stellung der Arme fixiert war, wurde das Instrument aus den Genitalien entfernt; die

1) Die Bezeichnung „into-externe“ Messung scheint zuerst Lazarwitsch gebraucht zu haben. Monatsschrift für Geburtshilfe. XXXI. p. 381.

2) J. H. J. Wellenbergh, Abhandlung über einen Pelvimeter nebst Wahrnehmungen über die Anwendung desselben. Deutsch von Kiehl. Haag 1831.

auf dem Kreisbogen angebrachte Skala gab die Entfernung des mittleren Armes von dem vorderen (Conj. vera + Symphyse) und von dem hinteren Arm (Dicke der Wirbelsäule) an. Nun wurde das Ende des mittleren Arms durch einen anderen, mehr gekrümmten Einsatz ersetzt, der hintere Arm ganz entfernt und die Dicke der Symphyse gemessen [1]). Abzug dieses Maßes von dem bei der ersten Messung gefundenen Abstand des mittleren und vorderen Arms gab die Größe der Conj. vera.

Wellenbergh erkannte bald, daß die Messung der hinteren Beckenwand für die Bestimmung der Conj. unnötig sei, ließ daher den hinteren Arm fort und änderte die Form des ganzen Instruments in der Weise, wie es Fig. 46 *a* zeigt. Außerer und innerer Arm sind fest miteinander verbunden; der letztere entspricht dem mittleren Arm des ersten Instruments, der stark gebogene äußere Arm trägt den in einer Hülse verschiebbaren Maßstab, an welchem die gemessenen Distanzen direkt abgelesen werden können.

Für Messung der Symphysendicke wird auch hier der innere Arm mit einem stärker gekrümmten Einsatz versehen (s. Fig. 46 *b*). Diesen letzteren Ansatz wollte Wellenbergh auch benutzen, um das Promontorium vom Rectum aus zu erreichen, wenn er bei einer Virgo das Hymen schonen wollte; er mußte dabei allerdings auf die Messung der Symphysendicke verzichten und hierfür etwa 13 mm in Rechnung bringen.

Das von Wellenbergh angegebene Prinzip der indirekten Bestimmung der Conj. vera hat viele Anerkennung gefunden, und diese Art der Messung ist auch fast die einzige, die auch heutzutage in mehreren unserer geburtshilflichen Lehrbüchern empfohlen wird [2]). Allein das Wellenbergh'sche Instrument erwies sich nicht besonders bequem in der Handhabung; es hat sich daher ein nach demselben Prinzip, aber mit einfacherem Mechanismus konstruiertes Instrument mehr Eingang verschafft: ich meine den bekannten Beckenmesser von van Huevel. Dieses Instrument hat die Art der Messung sehr bekannt gemacht, und so mag es gekommen sein, daß man allgemein dieselbe auch mit van Huevel's Namen belegt, obgleich Wellenbergh die Priorität gebührt. Be-

---

1) Wellenbergh, l. c. pag. 38. „Da man sich auf die Dicke der Schambeine nicht verlassen darf, weil sie nicht immer gleich ist, so kann man sich, um sicher zu gehen, desselben Werkzeuges bedienen, um auch diese genau zu messen."

2) Vgl. z. B. Schröder, Geburtshilfe. l. c. pag. 528.

sonders auffallend muß es erscheinen, daß van Huevel [1]) bei der Veröffentlichung seines Beckenmessers, welche ein Jahrzehnt nach Wellenberghs Publikation erfolgte Wellenbergh gar nicht erwähnt, obgleich er eine Übersicht der übrigen früher erfundenen Instrumente giebt.

Fig. 47 *a* zeigt van Huevels Instrument. Die innere (an ihrem für Anlegung an das Promontorium bestimmten Ende spatelförmig geformte) und äußere Branche sind durch eine Nuß verbunden, deren sinnreicher Mechanismus es gestattet, daß beide gegeneinander in allen Richtungen bewegt werden können. Die äußere Branche trägt einen rechtwinkeligen Ansatz, der durch eine Schraube bewegt werden kann und für die Anlegung an den Mons Veneris bestimmt ist. Die Applikation geschieht in folgender Weise: Nachdem die volle Beweglichkeit beider Arme durch Lockerung der Nuß hergestellt ist, führen die Finger der einen Hand die innere Branche an das Promontorium, die andere Hand setzt die äußere lose an den Mons Veneris; hierauf stellt ein Assistent die beiden Branchen durch Drehung der an der Nuß befindlichen Schraube fest. Nach Herausnahme des Instruments wird die Distanz mit einem Maßstab direkt abgemessen; in gleicher Weise wird die Symphysendicke bestimmt. Van Huevel hebt mit Recht hervor, daß die äußere Branche nicht in die Haut eingedrückt, sondern bei den Messungen nur lose an denselben (vorher markierten) Punkt angesetzt werden soll. Ist die Herausnahme nach Messung der Symphysendicke behindert, so kann der rechtwinkelige Ansatz etwas zurückgeschraubt und nachher wieder in seine Stellung gebracht werden. In analoger Weise schlägt van Huevel vor, die schrägen Durchmesser zu messen, indem die innere Branche an die Art. sacro-iliaca (oder an das Promontorium, wenn man die Distantia sacro-cotyloidea messen will), die äußere an die Eminentia ileo-pectinea angelegt wird. — Durch Hinzufügung einer

---

1) van Huevel, Mémoire sur la pelvimétrie et sur un nouveau mode de mensuration pelvienne, 2. édit. Gand. 1841. — Seine ersten Mitteilungen über Pelvimetrie machte van Huevel der Société des Sciences médicales et naturelles de Bruxelles im Jahre 1840.

Vgl. auch van Huevel, Mémoire sur les divers moyens propres à délivrer la femme, en cas de rétrécissement du bassin, et sur le Forceps-scie ou nouveau céphalotome, suivi d'un appendice comprenant la description abrégée du pelvimètre géométrique. 2 édit. Bruxelles 1843. — Ferner vergleiche auch Hyernaux, Über Beckenmessung und über Embryotomie. Journ. de Brux. Mai 1859.

Verlängerung für die innere Branche kann das Instrument auch für die äußere Messung benutzt werden (s. Fig. 47 *b*).

Das Instrument von van Huevel hat sehr verbreitete Aufnahme gefunden, obgleich es an mannigfachen Fehlern leidet. Die Stäbe sind sehr dünn und rund und drehen sich zu leicht nach allen Richtungen, so daß ihre Adaptierung an die Meßpunkte erschwert ist; außerdem ist stets ein mit dem Mechanismus des Instruments vertrauter Assistent notwendig, um die Feststellung zu besorgen. Ist es zum Herausführen nötig, den äußeren Ansatz zurückzuschrauben, so kann nachher leicht ein Fehler in der Einstellung gemacht werden.

Es ist schwer zu begreifen, warum dieses ursprüngliche Instrument dort, wo es heutzutage angewendet wird, nicht allgemein durch eine der praktischen Modifikationen ersetzt worden ist, welche angegeben worden sind.

Schon van Huevel selbst gab Änderungen an, indem er zunächst das Instrument, Fig. 48 *a*, konstruierte [1]). Wie die Abbildung zeigt, ist dies ein Compas d'épaisseur, an dessen einem Arm sich eine dem äußeren Arm des ersten Instrumentes analoge Branche anbringen läßt. Will man die Messung der Conj. vera vornehmen, so klappt man den anderen Arm des Beckenmessers zurück (s. Fig. 48 *b*) und verfährt wie beim ersten Instrument. Doch auch bei dieser Modifikation bleiben die oben genannten Nachteile.

Besser ist eine spätere Modifikation von van Huevel [2]), welche Fig. 49 darstellt. Die innere Branche artikuliert mit einer Scheide, in welcher die äußere verschiebbar und in beliebiger Stellung fixierbar ist. An der vaginalen Branche ist ein Kreisbogen ohne Gradeinteilung befestigt, welcher an der einen Seite der äußeren vorbeigeht; eine Schraubenvorrichtung ermöglicht Fixierung beider aneinander und dadurch Feststellung des ganzen Instruments. Die Handhabung ist ganz analog, wie beim ersten Instrument, doch kann man hier Assistenz entbehren. Das Instrument ist auch zur äußeren Beckenmessung brauchbar.

Besonders hervorzuheben ist, daß van Huevel angiebt, man könne mit diesem Instrument in analoger Weise auch den Querdurchmesser des Beckeneingangs messen. Die erste Messung ge-

---

1) l. c. pag. 39. Pl. II. Fig. 1.

1) Cazeaux, Traité théorique et pratique de l'art des accouchements. 6. édit. Paris 1862. pag. 585 ff.

schieht von dem rechten Endpunkt des Querdurchmessers an der Linea innominata nach einem an der linken Hüfte auf der Haut bezeichneten Punkt, die zweite von dem linken Endpunkt nach demselben äußeren Punkt. —

Unter Mitbenutzung des Wellenbergh'schen Prinzips erfand Germann[1]) zwei Beckenmesser, welche aber keine Verbesserung brachten. Germann konstruierte das Conjugatendreieck, zeichnete es auf und maß dann die der Conj. vera entsprechende Seite.

Er erreichte dies in der Weise, daß er zuerst ein Dreieck konstruierte, dessen Basis ebenfalls die Conj. diagonalis, dessen Spitze aber der außen am Schamberg in der Verlängerung der Conj. vera gelegene Punkt bildet. Dieses Dreieck wurde gewonnen, indem mit dem Beckenmesser, wie Fig. 50 *a* zeigt, gemessen wurde[2]). (Die Länge der Conj. diagonalis kann vorher digital gemessen werden und dann auf dem mit Maßstab versehenen geraden Arm des Instruments abgetragen werden.) Nun wurde durch Einsatz eines gekrümmten Armes in das Instrument (s. Fig. 50 *b*) sowohl die geburtshilfliche Symphysenhöhe, wie die Dicke der Symphyse bestimmt (die Einführung des gekrümmten, katheterförmigen Ansatzes geschah durch die Harnröhre); die Länge der Symphysenhöhe wurde direkt an ihm vermerkt, wodurch der im Inneren des ersten Dreiecks gelegene vordere Endpunkt der Conj. vera (die zu findende Spitze des Conjugatendreiecks) bestimmt war. Indem in gleicher Weise, wie das Promontorium, auch successive andere Punkte der hinteren Beckenwand zum Ausgangspunkt genommen werden konnten, ließ sich der Verlauf des Beckenkanales (ähnlich wie bei Kiwisch's Instrument (S. 63) anschaulich machen. Das zur Messung benutzte Instrument mit allen seinen Teilen ist in Fig. 51 dargestellt[3]). Es kann außer zur beschriebe-

---

1) Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte. Königsberg im Jahre 1860, Sitzung vom 18. Sept. (Monats. für Geb. Bd. XVI. pag. 342). — Über innere Beckenmessung nebst Beschreibung zweier neuer Instrumente für diesen Zweck. Monats. für Geb. Bd. XVIII. Supplementheft, pag. 174.

2) Der äußere, sondenförmige Arm ist in einer Röhre verschiebbar (ähnlich wie bei dem zuletzt beschriebenen Instrument von van Huevel); der Maßstab auf dem Kreisbogen giebt die Entfernung der Enden bei einer bestimmten Einstellung direkt an; bei anderer wird das herausgenommene Instrument auf die gleiche Distanz eingestellt und dann die Entfernung der Spitzen mittelst Maßstabes gemessen.

3) Germann hatte bereits früher ein ähnliches Instrument (nach

nen inneren[1]) auch zur äußeren Beckenmessung dienen. Einzelne Teile sind als Katheter, Injektionsrohr, Schlingenträger, Nabelschnurrepositorium etc. zu verwenden. Die Art der Messung der Conj. vera bietet keinen Vorteil vor der Messung nach VAN HUEVEL's Instrument; das Instrument selbst ist unnötigerweise kompliziert.

In anderer Weise konstruierte GERMANN das Conjugatendreieck mittelst des in Figur 52 dargestellten Instrumentes. Eine mit Papier bespannte Holztafel ist vor dem Mons Veneris durch einen Leibgurt befestigt[2]); der lange Stab des ein Parallelogramm darstellenden Instrumentes wird zunächst an das Promontorium angesetzt, und der diesem parallel laufende kürzere Stab auf der Tafel eingestellt und aufgezeichnet; hierauf wird in ähnlicher Weise die Richtung der Symphysenhöhe vermerkt und dann beiden Linien die vorher gemessenen Längen der Conj. diag. und der Symphysenhöhe gegeben[3]); ein Senkblei zeigt gleichzeitig die Neigung der Symphyse zur Horizontalebene. Ein jedenfalls recht umständliches Verfahren, welches doch kaum besonders genaue Resultate liefern kann[4]). —

Eine sehr einfache, dem WELLENBERGH'schen Prinzip folgende Methode, die Conj. vera zu messen, gab LAUWERS[5]) an. Die Einfachheit liegt darin, daß kein besonderes Instrument, sondern nur ein männlicher Katheter und ein Stück Pappe gebraucht wird. Letzteres wird von einem Assistenten vor den Genitalien fixiert, möglichst in einer Ebene mit der Conjugata. Die eine Ecke wird an den vorher auf dem Mons Veneris markierten, der Verlängerung der Conj. vera entsprechenden Punkt gehalten. Hierauf führt der Operateur die Spitze des Katheters an das Promontorium, legt

---

dem Prinzip von KIWISCH und WELLENBERGH) konstruiert. (Die geburtshilfl. Poliklinik zu Leipzig 1853.)

1) Das Instrument soll auch zur Bestimmung der Dicke der Wirbelsäule, der Distantiae sacro-colyloideae (wie VAN HUEVEL's Instrument) und der Dicke der seitlichen Beckenwände (zur indirekten Bestimmung des Querdurchmessers) dienen.

2) GERMANN giebt auch eine Befestigungsart am Untersuchungsstuhl an.

3) Von ihrem Schnittpunkte aus; die Verbindung der freien Enden giebt die Conj. vera.

4) Die oft unregelmäßige Form der hinteren Symphysenfläche hindert eine exakte Applikation des inneren Armes bei der zweiten Messung; es soll bei dieser übrigens ebenfalls durch die Urethra gemessen werden.

5) Presse méd. 1855. Nr. 35. Journ. de méd. de Bruxelles. 1856.

das vor den Genitalien befindliche Ende an die Papptafel und zeichnet seine Richtung auf derselben auf. Hierauf wird in gleicher Weise die Spitze des Katheters an die hintere Symphysenfläche (event. durch die Harnröhre) gelegt und sein äußeres Ende ebenfalls aufgezeichnet. Nun wird die Pappe entfernt und der Katheter genau auf die vorgezeichneten Linien gelegt. Messung von der Katheterspitze nach der Ecke der Tafel giebt zuerst die Entfernung des Promontoriums von der äußeren Symphysenfläche, dann die Dicke der vorderen Beckenwand. —

Ein von RAIMBERT[1]) angegebenes Instrument bietet nur eine wenig veränderte Form des von VAN HUEVEL konstruierten; das gleiche gilt von dem Instrument von WASSEIGE[2]). —

SZYMANOWSKI[3]) gab ebenfalls ein Instrument an, mit welchem nach WELLENBERGH's Prinzip die Conj. gemessen werden kann; Fig. 53 zeigt das geöffnete Instrument, wie es zur äußeren Beckenmessung benutzt werden kann. Es besteht aus 4 Zirkelarmen (2 Ober- und 2 Unterarmen), welche in Charnieren beweglich sind[4]). Die Ober- und Unterarm verbindenden Charniere besitzen eine einfache Hemmung, welche nur Bewegungen bis zu einer bestimmten Grenze gestattet; die Charniere können nach Belieben durch Anziehen ihrer Schrauben schwer oder leicht beweglich gemacht werden. Der eine Vorderarm ist gewölbt und ist bestimmt, bei der Messung der Conj. (s. Fig. 54) in das Rectum eingeführt zu werden. SZYMANOWSKI ist nämlich der Meinung, daß das Promontorium mit den Fingern nicht per vaginam erreicht werden könne; er sucht daher das Promontorium per rectum „wie mit einer Sonde tastend," auf[5]). Das Charnier zwischen dem Rectalarm und seinem Oberarm ist schwer beweglich; der Winkel wird etwas spitzer gemacht. Der andere Vorderarm ist an seinem

1) Journal de médecine de Bruxelles. 1858. Februar.

2) Bullet. de l'academ. royale de médecine de Belgique. XI, 5. Hyernaux (ibid. XI, 6) verwirft das Instrument und rühmt dem gegenüber VAN HUEVEL's Instrument.

3) SZYMANOWSKI, Ein Somatometer und dessen Anwendung. Prager Vierteljahrsschrift für die prakt. Heilkunde. XIX. Jahrgang, 1862. IV. Bd.

4) Das Instrument läßt sich gut zusammenklappen und hierdurch leicht transportieren.

5) Durch vorherige äußere Messung der Länge des Kreuzbeins schätzt er die ungefähre Entfernung des Promontoriums vom Anus; ein auf dem Zirkelarm eingravierter Maßstab zeigt an, wie tief derselbe in das Rectum eingedrungen ist.

Oberarm zurückgeschlagen, das Ende dieses wird an den Mons Veneris angelegt. Hierauf wird die Kreisskala durch eine Schraube auf dem mit dem Rectalarm verbundenen Oberarm in seiner Stellung fixiert, wodurch es möglich wird, den anderen Oberarm von der Skala frei zu machen und nach so ermöglichter, leichter Entfernung des Instrumentes wieder in dieselbe Lage zu bringen, welche er bei der Messung einnahm.

Die Länge der gemessenen Distanz wird direkt mit Hilfe des zurückgeklappten Vorderarms, welcher einen Maßstab trägt, gemessen. In gleicher Weise wird die Symphysendicke gemessen (dabei wird der vorher im Rectum befindliche Arm per vaginam eingeführt)[1]). — Eine Unsicherheit der Messung mit diesem Instrument liegt in der ungenügenden Fixierung am Promontorium.

Zu erwähnen ist eine von Szymanowski angegebene Methode, mit dem Instrument den Querdurchmesser des Beckeneingangs zu messen. Er mißt nämlich mit der in Fig. 53 dargestellten Form von der Linea arcuata nach dem Trochanter major beiderseits[2]) und zieht diese beiden Maße von der Distanz der Trochanteren ab. Das Maß kann nicht genau sein, da die Verbindungslinie der Trochanteren nicht mit dem Querdurchmesser des Beckeneingangs in eine gerade Linie zusammenfällt.

Ferner läßt sich an dem Instrument ein Gradbogen mit Senkblei zur Bestimmung der Neigung anbringen. Da der Zirkel auch zu vielen anderen Messungen (Craniometrie, Geschwulstmessungen etc.) dienen kann, nennt ihn der Erfinder Somatometer. —

Einen sehr guten und einfachen Ersatz für das van Huevel'sche Instrument gab Winkler[3]) an. Die eine Branche des Schultze'schen Tasterzirkels (Fig. 8) ließ er zum Abschrauben einrichten und ersetzte sie durch biegsame Kupferbranchen von zweierlei Länge (s. Fig. 55). Um Conj. vera plus Symphyse zu messen, wurde die kürzere Branche angeschraubt; der fixe Arm wird an das Promontorium gebracht, der kupferne Arm so gebogen, daß sein Knopf auf den vorher markierten Punkt am Mons Veneris

1) Szymanowski giebt auch an, die Dicke der Wirbelsäule zu messen und für die Bestimmung der Conjugata kontrollierend zu verwerten.

2) Dabei ist darauf zu achten, daß die Zirkelarme horizontal stehen; die Frau liegt mit ausgestreckten Knien, die Beine weder auswärts noch einwärts rotiert.

3) Winkler, Zur Beckenmessung. Arch. für Gyn. Bd. I. pag. 460.

trifft, und nun wird am Maßstab abgelesen; nach Entfernung des Instruments aus der Vagina wird wieder auf dasselbe Maß eingestellt, die Stellung durch die Schraube fixiert und der Abstand der Zirkelspitzen mit einem Maßstab direkt abgemessen. Zur Messung der Dicke der vorderen Beckenwand wird die längere Kupferbranche in analoger Weise benutzt.

Die Idee der Einführung biegsamer Stäbe zur Messung, der wir hier zum ersten mal begegnen, ist eine ganz vorzügliche und es ist das Winkler'sche Instrument als einer der besten und einfachsten Beckenmesser zu bezeichnen, die konstruiert worden sind. Vor allem kann man ein besonderes Instrument für Messung der Conjugata vera und Assistenz entbehren. Ich habe bei häufigen Messungen mich von seiner Brauchbarkeit überzeugt. Nur kam es leicht vor, daß die Kupferbranche sich in ihrer Schraubenführung drehte, während ihr die nötige Biegung erteilt wurde.

Die Idee, biegsame Stäbe zur Messung zu benutzen, ist später von Freund in sehr fruchtbringender Weise verwertet worden (s. später S. 80). Indem ich auf seine anderweitige Benutzung dieser Idee noch bei Besprechung der Messung querer Beckendimensionen zurückkomme, erwähne ich hier nur sein für Messung der Conj. vera bestimmtes Instrument [1]). Dieses (s. Fig. 56) stellt weiter nichts dar als einen Stab aus Blei, der an seinem einen Ende einen vorn offenen Fingerhut, an seinem anderen einen kleinen Knopf (beide aus Neusilber) trägt. Der in den Fingerhut gesteckte Finger fixiert den Stab am Promontorium; die andere Hand krümmt hierauf den Stab so weit aufwärts, bis das knopfförmige Ende den vorher markierten Punkt am Mons Veneris berührt; nachdem der Stab behutsam aus der Vagina herausgenommen ist, wird der Abstand seiner beiden Enden mit dem Maßstab gemessen. Die Messung der Dicke der vorderen Beckenwand geschieht in ganz analoger Weise. Auch mit diesem Instrument habe ich Messungen vorgenommen und mich von seiner Brauchbarkeit und Einfachheit überzeugt. Die Form der Stabes beim Herausführen wird nicht geändert, wenn man mit der nötigen Sorgfalt verfährt; die Elastizität des Stabes ist so gering, daß sie die Messung nicht beeinträchtigt. —

Ich füge hier noch eine von Turner [2]) angegebene into-externe

---

1) Frey, Étude sur un procédé de mensuration du bassin. Diss. Straßburg 1880. pag. 67. pl. 7. fig. 3.

2) W. Turner, Case illustrating the importance of accurate pelvi-

Methode zur Messung der Conj. vera an (s. Fig. 57). Ein Arm des gewöhnlichen Baudelocque'schen Zirkels ist an dem Gelenkende mit einem Häkchen versehen, an welchem der Ring eines Bandmaßes sich befestigen läßt. Ein Assistent fixiert das Knopfende am Promontorium, der Operateur mißt mit dem eingehakten Bandmaß bis zum oberen Rand der Symphyse, wobei der Zirkel so gehalten wird, daß das Bandmaß dem gestreckten Teil des Instruments parallel läuft. Durch Abzug dieses Maßes von der Länge des Zirkels soll die Conj. gefunden werden [1]). Da die Dicke der vorderen Beckenwand nicht auch gemessen wird, so steht diese Art der Messung den eben beschriebenen Messungen nach Wellenbergh's Prinzip entschieden nach; selbst wenn das Bandmaß oberhalb der Symphyse tief eingedrückt wird, bleibt die Messung immer noch ungenau, da der vordere Endpunkt der Conj. vera nicht am oberen Rand der Symphyse liegt [2]).

Während die große Mehrzahl der Beckenmesser sich im wesentlichen auf die genaue Ermittelung der Conjugata beschränkt, ist die Erforschung der übrigen Beckendurchmesser, vor allem der queren, vernachlässigt worden. Indem ich auf die Wichtigkeit gerade dieser Messungen noch zurückkomme, will ich nur das einschalten, was bisher zur Messung der Querdurchmesser angegeben wurde.

Bereits bei anderer Gelegenheit erwähnt wurden die indirekten Bestimmungen des Querdurchmessers von van Huevel (s. S. 72) und Szymanowski (s. S. 76).

Natürlich sollen alle sogenannten allgemeinen Beckenmesser, auf die ich noch zu sprechen komme, auch die Querdurchmesser messen können. Von den schon beschriebenen erwähne ich als hierher gehörig die Instrumente von Aitken (s. S. 56), Capezzi (s. S. 63) und Howitz (s. S. 64).

Es bleibt nur weniges übrig, was für die Messung der Querdurchmesser hier noch hinzuzufügen ist.

Zunächst ist Wellenbergh [3]) zu nennen. Derselbe benutzte

---

metry; with description of a new method. Edinburgh medical journal. Vol. XXVII. Mai 1882. pag. 986.

1) Vgl. Ritgen, S. 60.

2) Bereits S. 57 wurde erwähnt, daß Lazarewitsch's Instrument auch zur into-externen Messung benutzt werden kann.

3) l. c. pag. 80 ff. Taf. IV. Fig. 2.

ein ähnliches Prinzip, wie es nach ihm VAN HUEVEL und SZYMANOWSKI benutzt haben (s. oben). Er maß die gesammte äußere Beckenbreite und zog von dieser die Dicke beider seitlichen Beckenwände ab. Figur 58 zeigt die Art der Messung. Die zu Untersuchende liegt mit dem Becken der platten Seite des mit Skala versehenen Stabes auf; die von diesem senkrecht aufsteigenden Platten (deren eine verschiebbar ist) fassen die Hüften zwischen sich, sie sollen jederseits dem Teile des Hüftbeines anliegen, der den oberen Teil der Hüftgelenkspfanne bilden hilft. Die Skala giebt die Länge der äußeren Beckenbreite an. Nun wird mit WELLENBERGH's zweitem Instrument (Fig. 46) (mit besonders stark gekrümmtem Einsatz) oder mit einem gewöhnlichen Compas d'épaisseur vom linken Endpunkt des Querdurchmessers an die äußere Seite der an der linken Seite stehenden Platte („gegen die Stelle, die dem Ort der Linea innominata entspricht") gemessen. Nachdem in analoger Weise die rechte Seite gemessen ist, wird die Summe beider seitlicher Beckendicken von der gesammten Beckenbreite abgezogen [1]).

Das Instrument ist sehr beachtenswert; es ist das erste, welches für die spezielle Messung des Querdurchmessers konstruiert wurde. —

Ein für die direkte Messung der Quermaße bestimmtes Instrument hat BREIT [2]) konstruiert (s. Fig. 59). In einem Gehäuse ist ein sich vorn in 2 Arme teilender Maßstab verschieblich; die beiden Arme kreuzen sich zweimal und treten beim Vorschieben des Maßstabes divergierend aus dem Gehäuse hervor. Es lassen sich mit dem Instrument nur die Distanzen messen, welche von den gespreizten Fingern der Hand gleichzeitig berührt werden können. Nachdem Zeige- und Mittelfinger (eventuell nach Einführung der halben oder ganzen Hand) die beiden Endpunkte des zu messenden Querdurchmessers erreicht haben, führt die andere Hand das Instrument ein und schiebt den Maßstab vor. Die hinaustretenden Arme folgen den divergierenden Fingern, bis die Knöpfe mit den Meßpunkten in Berührung sind. Hierauf wird der Maßstab zurückgeschoben und das geschlossene Instrument entfernt. Ein auf der Skala verschiebbarer Index zeigt die Größe des gemessenen Durchmessers.

---

1) WELLENBERGH giebt an, daß man in analoger Weise auch die anderen Durchmesser des Beckens bestimmen könnte (l. c. pag. 83).

2) BREIT, Zwei Beckenmesser. Arch. für physiol. Heilk. VII. Jahrgang. 1848. pag. 623.

Das Instrument teilt den schon oft erwähnten Fehler, daß beide Meßarme gleichzeitig in der Vagina an ihre Meßpunkte gebracht werden müssen. Nur da, wo es möglich ist, ohne allzu große Dehnung die gespreizten Finger an die gewünschten Punkte zu bringen (besonders bei erheblichen queren Verengerungen), kann das Instrument die Messung erlauben.

Um gerade Durchmesser zu messen, hat Breit ein Instrument konstruiert, welches von dem beschriebenen sich dadurch unterscheidet, daß es eine starke Beckenkrümmung hat. Die Arme treten in vertikaler Richtung heraus; der vordere Arm ist kürzer als der hintere. —

An diese spärlichen Versuche für Messung der Querdurchmesser aus älterer Zeit schließen sich einige aus neuester Zeit an.

Eine ingeniös erdachte Methode gab Freund[1]) an (s. Fig. 60 *a*). Ein biegsamer Bleistab läuft an einem Ende in einen mit seitlichen Öffnungen versehenen Fingerhut aus und ist an seinem anderen mit einer Platte aus Neusilber verbunden, welche auf der vorderen Fläche eben, auf der hinteren mit Seitenleisten versehen ist; auf der Mitte beider Flächen verläuft in der Verlängerung des Stabes eine eingravierte gerade Linie. Die Messung geschieht in der Weise, daß nacheinander beide Hälften des Querdurchmessers gemessen werden. Soll z. B. zuerst die rechte Hälfte gemessen werden, so führt der in den Fingerhut gesteckte Zeigefinger der rechten Hand das Ende des Bleistabs an den rechten Endpunkt des Querdurchmessers und die freie linke Hand biegt den Stab nun so, daß die hintere Fläche der Platte dem Mons Veneris fest aufliegt; hierauf wird das Instrument so behutsam entfernt, daß es seine Form vollkommen beibehält, und nun die Höhendifferenz zwischen dem Endpunkte des Stabes und der eingravierten geraden Linie mittels Maßstab und Lot bestimmt, wie es Fig. 60 *b* zeigt; diese Höhendifferenz entspricht der rechten Hälfte des Querdurchmessers. In analoger Weise wird die linke Hälfte bestimmt und aus der Summe beider das gesuchte Maß gefunden.

Diese Idee, zur Messung einen biegsamen Stab zu benutzen, welcher der Bewegung der Finger folgt und seine Gestalt beim Herausführen beibehält, muß, wie schon oben angedeutet wurde, als eine sehr gute bezeichnet werden. Ich habe Messungen mit Freund's Instrument vorgenommen und mich von der praktischen

---

1) Frey, l. c. pag. 71 ff. pl. I und II.

Verwertung desselben überzeugt. Freilich ist es nicht frei von Fehlern; so bedarf es vor allem sehr großer Genauigkeit, um beidemale bei der Messung die Platte genau an dieselbe Stelle des Mons Veneris anzulegen; schon eine geringe Verschiebung stört das Resultat. Ferner kann ein Irrtum eintreten, wenn es sich um ein asymmetrisches Becken handelt, indem dann die Summe beider Höhendifferenzen nicht stets der Grösse des Querdurchmessers entspricht. Genaue Einübung und sorgfältige Ausführung der Messung ist natürlich unerläßlich. Der Grund, warum die mit FREUND's Instrument ausgeführten Messungen nicht immer befriedigenden Erfolg hatten [1]), liegt, wie ich glaube, zum großen Teil an nicht genügend exakter Ausführung der Methode. —

In neuester Zeit ist es wesentlich KÜSTNER gewesen, welcher wiederholt und mit Nachdruck auf die Wichtigkeit, die Querdurchmesser zu messen, hingewiesen und mehrere Methoden zu diesem Zweck angegeben hat.

Zunächst führe ich seine indirekte Methode zur Bestimmung der Querdurchmesser an [2]).

Die Methode beruht darauf, auf einer bekannten Basis zwei Dreiecke zu konstruieren, deren Spitzen die Endpunkte des zu messenden Durchmessers sind. Das Verfahren wird sofort verständlich durch einen Blick auf Figur 61, in welcher die Messung des Querdurchmessers der Beckenenge dargestellt ist. Man messe mit dem Tasterzirkel die Entfernung jeder der beiden Spinae ischii von jeder der beiden Spinae il. ant. sup., also *c a*, *c b*, *d a*, *d b*, und ausserdem die Dist. spin. il., *a b*. Hierauf zeichne man eine der Länge der gemessenen Dist. spin. il. entsprechende Gerade *a b* auf Papier und konstruiere auf dieser die beiden Dreiecke *a b c* und *a b d*; die Entfernung von *c* und *d* giebt das gesuchte Maß. Für die Messung von der Spina isch. der einen Seite zur Spina il. der anderen ist es vorteilhaft, sich eines Tasterzirkels zu bedienen, dessen eine Branche gerade ist [3]) (Figur 62 zeigt einen

1) Vgl. z. B. Verhandl. der gyn. Sekt. der 55. Vers. deutscher Naturf. und Ärzte zu Eisenach 1882, Sitzung vom 20. Sept. Diskussion zu KÜSTNER's Vortrag über Beckenmessung. (Centrbl. f. Gyn. 1882. pag. 662.)

2) Weitere Beiträge zur exakten inneren Beckenmessung an der Lebenden. Eine einfache Methode, die Querdurchmesser des kleinen Beckens an der lebenden Frau zu messen. Deutsche mediz. Wochenschrift, 1881, Nr. 18.

3) Es ist dabei zu berücksichtigen, daß man den Knopf des ge-

solchen in der angegebenen Weise von Küstner modifizierten Schultze'schen Zirkel). In gleicher Weise kann der Querdurchmesser des Beckeneingangs gemessen werden, wenn der innere Zirkelknopf an seine Endpunkte angesetzt wird.

Nimmt man nach dem angegebenen Prinzip Messungen am Bänderbecken mit dem mathematischen Zirkel vor, so sind die Resultate auch fast mathematisch genau; geringer ist natürlich die Präzision bei Messungen an der Lebenden, wo mit stumpfen Zirkelspitzen gemessen wird. Dabei ist die Bestimmung des Querdurchmessers des Eingangs größeren Fehlerquellen unterworfen als die des Querdurchmessers der Enge, da die Endpunkte des ersteren nicht mit gleicher Sicherheit wie die des letzteren zu bestimmen sind. Die Messung wird kaum alteriert, wenn der eine Meßpunkt aus der durch die drei anderen bestimmten Ebene etwas herausfällt. Löhlein [1]) hat die Messungen des Querdurchmessers des Eingangs an Bänderbecken in der Weise vorgenommen, wie die Methode an der lebenden Frau Anwendung finden soll, und kam zu Resultaten, welche ihn nicht befriedigten; im Mittel betrug bei ihm die Differenz zwischen gefundenem und wirklichem Maß 11 mm. Ich habe ebenfalls Messungen an 20 Bänderbecken vorgenommen und fand im Durchschnitt das durch Zeichnung gefundene Maß um 7 mm von dem wirklichen Maß abweichend. Was mir bei Löhlein's und meinen Zahlen auffiel, ist, daß das berechnete Maß stets kleiner war als das direkt mit dem mathematischen Zirkel abgenommene.

Wenn also auch die Methode keine absolut sicheren Resultate liefert, so kann sie immerhin verwertet werden. Vielleicht würde es sich empfehlen (falls auch weitere Messungen dies rechtfertigen), zu dem an der Lebenden nach der angegebenen Methode bestimmten Maß des Querdurchmessers des Eingangs etwa 1 cm hinzuzuzählen.

---

raden Armes nicht mit der Stelle an den Meßpunkt anlegt, für welche die Skala graduiert ist; man muß die Dicke des Knopfes in Rechnung ziehen. (Küstner hebt dies nicht besonders hervor, wohl weil er es für selbstverständlich hielt.)

Die Distanz der auf derselben Seite gelegenen Punkte mißt man, indem man den krummen Arm in die Vagina einführt. Statt der Dist. spin. il. kann ebensogut auch die Entfernung zweier anderer symmetrisch auf der Körperoberfläche gelegener Punkte als Basis des zu konstruierenden Dreiecks benutzt werden.

1) Zeitschr. für Geburtsh. Bd. XI. pag. 26.

Küstner gab bald darauf ein Verfahren an, den Querdurchmesser der Beckenenge direkt zu messen[1]). Es diente hierzu der in Fig. 63 dargestellte Zirkel mit eigenartig gebogenen Branchen[2]). Nachdem die eine in das Rectum, die andere in die Vagina geführt ist, werden die Zirkelknöpfe unter Leitung von je 2 Fingern (die Finger der einen Hand im Rectum, die der anderen in der Vagina) an die leicht zu fühlenden Spinae ischii angedrückt; die Skala giebt direkt ihre Entfernung an. Es gelingt auf die angegebene Weise, wie ich mich bei häufigen Messungen überzeugt habe, mit Sicherheit den Durchmesser zu messen[3]). Die Mitbenutzung des Rectums hat hier in einer viel fruchtbringenderen Weise Verwertung gefunden, als es zur Messung gerader Durchmesser bei den Instrumenten von Boivin (s. S. 61) und Szymanowski (s. S. 75) der Fall war.

Der Wert dieser Messung würde noch erhöht werden, wenn es möglich wäre, aus der Größe des Querdurchmessers der Beckenenge einen Schluß auf die Größe des Querdurchmessers des Beckeneingangs zu machen. Barth[4]) hat das Verhältnis der beiden Durchmesser durch Messungen an Bänderbecken festgestellt und fand, daß die Durchschnittsdifferenz 3,3 cm beträgt (bei rhachitischen Becken 2,73, bei platten, nicht rhachitischen 3,26, bei allgemein verengten 3,3). Die Schwankungen sind aber so erhebliche, daß die Größe des Querdurchmessers des Eingangs durch Zuzählen von 3,3 nicht mit genügender Sicherheit bestimmt werden kann. Wohl aber wäre die Thatsache, welche Barth gefunden haben will, von Wichtigkeit, daß, wenn der Querdurchmesser der Beckenenge verkleinert ist (unter 10 cm), mit Zuzählen der Durchschnittsdifferenz von 3,3 cm der Querdurchmesser des Eingangs voraussichtlich nie zu klein, höchstens zu hoch berechnet werde, d. h. bei pathologischer Kleinheit des Querdurchmessers der

---

1) Instrument zur Messung der Querdurchmesser des kleinen Beckens und über recto-vaginale Beckenmessung. Verh. d. gyn. Sekt. der 55. Vers. d. Natf. u. Ärzte. Eisenach 1882. (Arch. für Gyn. Bd. XX. Heft 2.)

2) Der Zirkel läßt sich auch als gewöhnlicher Tasterzirkel zur äußeren Beckenmessung benutzen.

3) Der Querdurchmesser des Beckeneingangs kann (wenigstens ohne Narkose) mit dem Instrument nur bei abnorm niedrigen Becken gemessen werden.

4) Barth, Über das Verhältnis des Querdurchmessers der Beckenenge zu dem des Beckeneingangs. Diss. Jena 1882.

Beckenenge soll der Wert Beckenenge plus 3,3 cm das Maximum darstellen, welches der Querdurchmesser des Eingangs mißt.

Barth hat aber hierbei entschieden einen Irrtum begangen. Seine Zahlen beweisen gerade das Gegenteil [1]). Beträgt der Querdurchmesser der Beckenenge weniger als 10 cm, so wird in seinen Fällen (70 an der Zahl) der Querdurchmesser des Beckeneingangs durch Zuzählen von 3,3 zu dem Querdurchmesser der Beckenenge in mehr als der Hälfte der Fälle, nämlich 42mal, zu klein taxiert, darunter 10mal um mehr als 1 cm, 1mal sogar um mehr als 2 cm zu klein. Dagegen wird in den Fällen, wo der Querdurchmesser der Beckenenge mehr als 10 cm beträgt (80 an Zahl), durch Zuzählen von 3,3 der Querdurchmesser des Eingangs nur in 27 Fällen zu klein taxiert, dabei höchstens um 0,9 cm. Nur so viel kann man aus Barth's Messungen ableiten, daß man sagen kann: Beträgt der Querdurchmesser der Beckenenge mehr als 10 cm, so wird man durch Zuzählen von 3,3 cm den Querdurchmesser des Eingangs in der Mehrzahl der Fälle zu groß taxieren.

Der neueste Veruuch Küstners betrifft ebenfalls die direkte Messung der Querdurchmesser des Beckens [2]). Er konstruierte zu diesem Zweck das in Fig. 64 dargestellte scherenförmige Instrument. Dasselbe hat einige Ähnlichkeit mit Aitkfn's allgemeinem Beckenmesser (Fig. 23), entspricht jedoch in besserer Weise seinem Zweck. Die Enden des Zirkels werden nämlich durch große Halbkugeln gebildet, deren jede einen Radius von etwa 2 cm besitzt.

Küstner ging von folgender Überlegung aus: Wenn die Scheide bei einer Hochschwangeren bei der Geburt sich so weit ausdehnen läßt, daß der Kopf eines reifen Kindes passieren kann, so muß sie auch wenige Wochen früher sich auf die Länge des Querdurchmessers ausdehnen lassen, ohne unbedingt Verletzungen zu erleiden, wenn nur die Zirkelspitzen so grob und stumpf konstruiert sind, daß sie nicht verletzen.

Hat die Scheide die genügende Dehnungsfähigkeit, dann gelingt es allerdings, mit dem Instrument die Querdurchmesser direkt per vaginam zu messen. In anderen Fällen aber besitzt, wie ich mich überzeugt habe und wie Küstner auch selbst zugesteht, die Scheide nicht die notwendige Dehnungsfähigkeit; dann entstehen trotz der Stumpfheit der Zirkelknöpfe Verletzungen. Bei Primi-

---

1) Vgl. seine Tabellen pag. 14 ff.

2) Verhandlungen der deutschen Gesellschaft für Gynäkologie. I. Kongreß zu München; 17.—19. Juni 1886. — Im Anschluß an meinen Vortrag über Beckenmessung. pag. 274.

paren, die noch nicht in der Geburt begriffen waren, ist es mir nicht gelungen das Instrument, zu benutzen; ich würde, wenn ich die Messung hätte forcieren wollen, die Spannung der Vagina über das erlaubte Maß hin haben vergrößern müssen. Die Ausdehnungsfähigkeit in der Geburt ist eine viel größere, weil dann die Teile erheblich aufgelockert sind.

Es bleiben nun für die Besprechung noch einige Instrumente und Methoden übrig, welche weniger die Messung bestimmter Durchmesser als vielmehr die aller Beckendimensionen zum Zweck haben, sogenannte „allgemeine Beckenmesser“ [1]). Zunächst sind einige Verfahren zu nennen, welche eine Vervollkommnung der digitalen Messung darstellen und zum Teil in eine Zeit zurückreichen, in welcher die Beckenmessung erst im Entstehen begriffen war.

Köppe [2]) gab eine sinnreich erdachte Methode an, die Distanz der in der Beckenhöhle gespreizten Finger kennen zu lernen. Figur 65 veranschaulicht das Verfahren, welches von dem Erfinder als „Armata manus“ bezeichnet wurde. Daumen und Mittelfinger sind mit Ringen armiert; ein am Daumenring befestigter Faden läuft durch den anderen Ring hindurch und reicht mit seinem freien Ende aus den Genitalien hinaus. Bevor die Messung beginnt, wird der verschiebbare Zeiger der Skala auf das Maß eingestellt, welches den Durchmessern beider Ringe zusammen entspricht; nachdem die Hand in die Genitalien eingeführt ist, werden Daumen und Mittelfinger fest aneinandergelegt, worauf das freie Ende des Fadens angezogen und an dem Zeiger befestigt wird. Entfernen sich nun die Finger, bis sie die Endpunkte des zu messenden Durchmessers berühren, so folgt der Zeiger dem Zug und giebt auf der Skala das Maß an [3]).

Wenn der untere Uterusabschnitt tief steht, sollen die freien Finger, besonders der Zeigefinger, ihn emporhalten, um einen gestreckten Verlauf des Fadens zu ermöglichen. Jedenfalls muß man, nachdem die Finger ihre Punkte erreicht haben, den Faden straff ziehen. —

---

1) Von den schon beschriebenen Instrumenten können zu den allgemeinen Beckenmessern eventuell gerechnet werden die von Aitken (s. S. 56), Capezzi (s. S. 63), Howitz (s. S. 64).

2) J. C. F. Köppe, De pelvi feminea metienda. Diss. Leipzig 1781.

3) Köppe schlug auch vor, mit dem Apparate die Teile des Kindes zu messen.

Die beschriebene Methode scheint SIMEON zum Vorbild bei Konstruktion seines Beckenmessers [1]) gedient zu haben. Derselbe ist nur zur direkten Messung der Conj. vera bestimmt und soll seine Besprechung hier kurz eingefügt werden (s. Fig. 66).

Das obere Ende des vorn am Instrument angebrachten hohlen Schnabels wird an der Innenfläche der Symphyse an den vorderen Endpunkt der Conj. vera angelegt und, indem die rechte Hand den Griff des Instrumentes hält, hier fixiert. Zeige- und Mittelfinger der anderen Hand werden in die Vagina geführt, der Mittelfinger ergreift den Ring und führt ihn an das Promontorium. Hierdurch wird der mit dem Ringe durch eine dünne Schnur verbundene Index vorgezogen (die Schnur läuft durch den hohlen Schnabel und dann an der Unterseite des Instrumentes entlang) und zeigt auf dem Maßstab das gesuchte Maß an. Der Zeigefinger der rechten Hand muß dem Vorrücken des Index mäßigen Widerstand entgegensetzen, damit der Faden straff gespannt ist. Der Index läßt sich durch eine Schraube auf dem Maßstab feststellen. Dieses Instrument gehört zu den besseren, welche für die direkte Messung der Conj. vera erfunden wurden. Ich habe das Instrument angewendet und bin mit demselben zufrieden gewesen [2]). Allerdings hindert der dem Schambogen anliegende Teil des Instrumentes etwas die freie Aktion der in die Vagina geführten Finger. Steht der vorliegende Kindesteil tief und fest im Beckeneingang, so ist natürlich eine sichere Messung nicht ausführbar. Ist der vorliegende Teil beweglich, so kann der Zeigefinger die vordere Scheidenwand emporheben, indem gleichzeitig die Finger der äußeren Hand durch Zug am Index den Faden spannen [3]).

STARK [4]) benutzte eine durch eine Korkplatte geführte Faden-

---

1) Abgebildet in BREITHAUPT's Verzeichnis chirurgischer, besonders aber zum Accouchement gehöriger Instrumente, als Anhang zu STEIN's prakt. Anltg. zur Gebhlf. 5. Ausg. 1797.

2) Mit einigen Verbesserungen ließe sich das Instrument noch brauchbarer machen: statt des Ringes ein Fingerhut, statt des Fadens ein dünner, an den Seiten abgerundeter Metallstreifen, der hohle Schnabel mehr platt, um Abgleiten von dem etwa vorspringenden Symphysenknorpel zu hindern.

3) In den Geb. Dem. Taf. 36, Fig. 16 findet sich die Angabe, „den Ring an die innere Fläche der Symphyse zu legen und den Hohlschnabel an das Promontorium zu führen.“ Das wäre unpraktisch.

4) STARK, Hebammenunterricht in Gesprächen. Jena 1782. pag. 15. (Hier nimmt ST. statt der Korkplatte eine Koralle oder Perle). —

schlinge (s. Fig. 67). Das vordere Ende der Schlinge ist um den Mittelfinger geführt, die Korkplatte kommt an den Daumennagel zu liegen [1]). Während die zusammengelegte Hand eingeführt wird, ist das Korkplättchen weit vorgeschoben; bei Entfernung der Finger schiebt der Daumen die Platte vor sich her (die äußere Hand spannt den Faden); beim Herausführen soll die Korkplatte, welche schwer verschieblich auf dem Faden ist, ihre Stelle beibehalten, so daß mit einem Maßstab die Länge der Schlinge gemessen werden kann [2]).

Kurzwich [3]) veränderte diesen Apparat in der Weise, daß er die Fäden durch Hülsen laufen ließ, welche auf Mittelfinger und Daumen aufgesteckt wurden (s. Fig. 68).

In ähnlicher Weise suchte Mayer [4]) die Messung auszuführen. Ein Faden wird durch den Nagel des Daumens (mittelst einer Nadel) durchgezogen, durch einen Knoten hier befestigt und verläuft dann durch den Nagel des Mittel- oder Ringfingers (ebenfalls mittelst einer Nadel durchgestochen); das freie Ende ragt aus den Genitalien heraus (s. Fig. 69). Die Messung geschieht in analoger Weise, wie bei Stark; der Faden hat in dem Nagel des Mittelfingers genügende Reibung, um sich nicht zu verschieben. „Manus filigera" nennt der Erfinder die Vorrichtung [5]).

Ähnlich ist auch das Verfahren von Beron [6]), nur daß dieser die Fäden durch Ringe laufen ließ, welche an dem über die Finger

---

Döbner, De instrumentorum applicandorum necessitate tempore ac modo justo et optimo in arte obstetricia. Diss. Jena 1785. — Stark, Etwas über die Beckenmesser und besonders über den meinigen. Neues Archiv für die Geburtshilfe. 1801. Bd. II. pag. 256 ff.

1) Ein eingefügter Knoten bildet aus dem vordersten Teile eine kleine Schlinge, die gerade knapp den Mittelfinger umgreift.

2) Dabei ist zu berücksichtigen, daß die Schlinge um beide Finger im Bogen herumging.

3) Stark, l. c. Bd. II. pag. 273.

4) Geburtshilf. Demonstr. IX. Heft. Taf. 35. Fig. 13 und 14.

5) Mayer glaubte hiermit das Problem der Beckenmessung vollkommen gelöst zu haben. Auch zur Messung des vorliegenden Kopfes wollte er die Vorrichtung benutzen.

6) Pet. Hadzi Beron, Diss. inaug. sistens novum pelvimetron et embryometron. Monachii 1831. — In keiner der späteren Arbeiten über Beckenmessung fand ich die Methode beschrieben. Nur Frey (l. c. pag. 38) zitiert die angeführte Dissertation. — Beron wollte die Methode auch zur Messung der Größe des Fötus benutzen und aus der Größe gewisser Distanzen die Durchmesser des Kopfes u. s. w. berechnen.

gezogenen Handschuh (Netzwerk aus Leinenfäden) angebracht sind Figur 70 veranschaulicht das Verfahren der Messung mit 2 Fingern; die in die Hohlhand eingeschlagenen Finger halten die freien Enden der Fäden straff, sobald die Endpunkte des zu messenden Durchmessers erreicht sind. Nach Herausnahme wird die Entfernung gemessen, nachdem die Finger so weit gespreizt sind, wie die Länge der benutzten Fadenstrecke gestattet. Figur 71 zeigt die Messung mit der ganzen Hand. Ohne die Hand aus den Genitalien zu entfernen, sollen mehrere Durchmesser gemessen werden können; die vom Daumen ausgehenden einzelnen Fäden haben verschiedene Farbe; aus der Länge der Fadenstrecke, welche beim Spreizen der Finger den Ring des um den Arm befestigten Gürtels durchläuft, wird das gesuchte Maß gefunden.

Barovero [1]) suchte die manuelle Messung dadurch zu verbessern, daß er nicht nur die genauen Maße der Distanzen der Hand bestimmte, sondern diese auch durch zwischengeschobene Keile von bestimmter Größe variierte (Chiropelvimeter), s. Fig. 72.

Wigand [2]) konstruierte das in Fig. 73 abgebildete Instrument, um damit die Distanzen der gespreizten Finger zu bestimmen. Die an zwei drehbaren Scheiben befestigten, mit Ringen versehenen Arme folgen den sich spreizenden Fingern (der Zeigefinger kommt in den kleineren, der Daumen in den größeren Ring); das Instrument wird geschlossen, in der Hand verborgen, mit dieser eingeführt, nachdem die Finger in ihre Ringe gesteckt sind. Nachdem die Enden des zu messenden Durchmessers erreicht sind, wird das Instrument wieder geschlossen und mit der Hand zusammen herausgeführt. Die über der Scheibe befindliche Kapsel hat sich bei dem Spreizen der Arme so weit verschoben, daß ihr ausgeschnittener Rand auf der an der vorderen Scheibe angebrachten Skala das Maß ablesen läßt.

Die Idee dieses Instruments ist gewiß eine gute, nur bietet die Ausführung mehrere Nachteile. Sind Zeigefinger und Daumen zugleich in die Ringe gesteckt, so gewinnt die Hand eine Form,

---

1) De novo pelvimetri genere seu de Chiropelvimetro. Repertorio medico-chirurgico di Torino. Nr. 38. Febr. 1823.
Geb. Dem. I. Heft. Taf. 3.

2) Wigand, Drei den medizinischen Fakultäten zu Paris und Berlin zur Prüfung übergebene geburtshilfliche Abhandlungen. Hamburg 1812. pag. 31.

welche ihrer Einführung in die Genitalien hinderlich ist. Die Kapsel kann beim Herausführen des Instrumentes sich verschieben und hierdurch ein unrichtiges Maß angeben[1]).

Die angeführten Instrumente haben natürlich alle die Nachteile, daß zur Einführung die ganze Hand notwendig ist. Dort, wo eine solche Einführung aber möglich ist, kann gewiß die eine oder die andere der mitgeteilten Methoden die Genauigkeit der manuellen Messung erhöhen. —

Von den nun noch zu besprechenden allgemeinen Beckenmessern erwähne ich zunächst den originellen „Pelvigraph" von Martin[2]), welchen Figur 74 darstellt. Nach Art der sogenannten Storchschnäbel soll durch Herumführen des in der Scheide befindlichen Stabes um den Beckeneingang dieser auf der Zeichenplatte durch den Stift aufgezeichnet werden. Es ist wohl schwerlich je versucht worden, in dieser Weise an der Lebenden das Becken aufzuzeichnen. Die Konstruktion des Instrumentes läßt dies auch nicht ausführbar erscheinen, wie ein Blick auf die Figur zur Genüge zeigt. —

Eine recht verwertbare Art, beliebige Beckendimensionen zu messen, finden wir in einem von van Huevel[3]) konstruierten Apparat. Das in demselben zur Anwendung gekommene Prinzip ermöglicht die Messung vorzunehmen, ohne gleichzeitig zwei Meßarme in das Becken einzuführen, und beruht darauf, die Lage der Endpunkte des zu messenden Durchmessers in Beziehung zu einer festen Grundlage festzustellen und diese außerhalb des Beckens zur Darstellung zu bringen. Um das Becken der zu Untersuchenden wird eine Bandage aus Stahlblech geschnallt (s. Figur 75*a*), Schenkelriemen sichern einen festen Sitz; an dem dem Mons Veneris anliegenden Teile der Bandage ist eine Platte angebracht, von welcher ein Zapfen (s. Fig. 75*b*) vertikal herabsteigt, welcher sich vor der Vulva befindet. In diesen Zapfen paßt das viereckig geformte, untere Ende des äußeren Armes von van Hüvels erstem Pelvimeter (Fig. 47*a*, der oberste Teil mit dem Queransatz ist

---

1) Vgl. die Kritik von Stein d. j. Neue Annalen der Geburtshilfe. Bd. I. H. 1. pag. 55 ff. Ferner Betschler, Rust's Magazin für die gesammte Heilkunde. Bd. XVII, 1824. pag. 474 ff.

2) Maygrier, Nouv. démonstrations d'accouchement. pl. 74. Geb. Dem. 9. Heft. Taf. 36. Fig. 13.

3) van Huevel, Mémoire sur la pelvimétrie. Gand. 1841. pag. 35 —38. pl. I. fig. 2, 3, 4, 7.

entfernt). Die Frau steht, spreizt die Beine, beugt den Rücken und stützt sich mit den Händen auf eine Stuhllehne, wodurch die Perinealgegend zugängig wird; der Operateur steht oder kniet hinter der Frau und führt die innere Branche (des ersten Pelvimeters) an den einen Endpunkt des zu messenden Durchmessers, während durch Lösung der Schraubenvorrichtung beide Arme frei beweglich sind; während das Ende hier fixiert wird, befestigt die andere Hand das Ende der äußeren Branche in dem vor der Vulva befindlichen, von der Bandage ausgehenden Zapfen und immobilisiert die Branchen durch Drehung der Schraubenvorrichtung, so daß die Vaginalbranche in ihrer Lage fixiert ist. Nun wird die äußere Branche aus dem Zapfen entfernt und der Beckenmesser an den „Rapporteur“ (s. Fig. 75 *c*) übertragen. Das knopfförmige Ende der Rapporteurbranche wird in Berührung mit dem Ende der Vaginalbranche gebracht (s. Fig. 75 *d*) und in dieser Lage fixiert. Nun wird der Beckenmesser wieder vom Rapporteur gelöst, in analoger Weise die Vaginalbranche an den anderen Endpunkt des zu messenden Durchmessers hingeführt und in dieser Lage in Beziehung zu dem Zapfen fixiert. Hierauf wieder Lösung von diesem Zapfen und Übertragung auf den Rapporteur (s. Fig. 75 *d*). Das Ende der Rapporteurbranche stellt die Lage des zuerst gemessenen, das der Vaginalbranche des zuletzt gemessenen Endpunktes zu einer fixierten Basis dar, so daß die Messung ihrer Entfernung von einander das gewünschte Maß giebt. Die Art der Fixierung im Zapfen und im Rapporteur ist eine derartige, daß stets nur eine bestimmte Lage der aneinander fixierten Teile ermöglicht ist.

Diese Art der Messung bietet allerdings Umständlichkeit, muß aber, falls die Fixierung des Apparates an der Frau, sowie die der einzelnen Teile aneinander eine sichere ist, als durchaus rationell bezeichnet werden. Die Verwendung einer der Knieellenbogenlage ähnlichen Position für die Messung ist auch beachtenswert. Sehr auffallend war es mir, daß ich in keiner der später erschienenen Arbeiten über Beckenmessung diese Methode erwähnt fand[1]. —

---

1) Auch ich selbst kannte dieselbe noch nicht, als ich meinen Vortrag über Beckenmessung auf dem I. Kongreß der deutschen Gesellschaft für Gynäkologie hielt (Verhandlungen pag. 265 ff.). Gerade die Ähnlichkeit des Prinzips dieser Messung mit dem von mir in Anwendung gebrachten macht es mir zur Pflicht dies hervorzuheben. Erst als ich bei Anfertigung dieser Schrift die Originalarbeiten über Becken-

Ich erwähne als hierher gehörig ferner den „Gynaekometer" von AVELING [1]), welcher allerdings vom Erfinder nicht besonders als allgemeiner Beckenmesser bezeichnet wird; derselbe scheint mit demselben nur die Conjugata messen zu wollen. Um das Instrument als Beckenmesser zu gebrauchen, dienen zwei biegsame Uterussonden, welche in einem Stab durch Schrauben festgestellt werden können (s. Fig. 76). Das Instrument beseitigt nicht den Nachteil, beide Meßarme gleichzeitig in das Becken einzuführen. Jede der beiden Sonden wird an je einen Endpunkt der Conjugata geführt (die eine per rectum, die andere per vaginam), dann in dem Stab in ihrer Position fixiert, nachher einzeln herausgenommen und wieder zusammengesetzt. Die Unmöglichkeit, beide Sonden gleichzeitig exakt zu fixieren, läßt es sehr unwahrscheinlich erscheinen, daß mit dem Instrument Beckendistanzen sicher gemessen werden können. —

In sehr sinnreicher und exakter Weise ist das Prinzip der Übertragung von KÜSTNER [2]) zum Ausdruck gebracht worden. Dieser konstruierte einen Apparat, dessen Zweck es war, alle Dimensionen des kleinen Beckens an der lebenden Frau exakt zu bestimmen. Das zur Anwendung gebrachte Prinzip besteht darin, daß die Lage der verschiedenen Punkte im Beckeninneren in Beziehung zu einer festen Basis durch Winkelmessung bestimmt wird und dann außerhalb des Beckens die gleichen räumlichen Beziehungen wieder hergestellt werden. Die feste Basis wird gebildet durch ein ausgekehltes Brett, welches mit seinen Enden den Spin. il. ant. sup., mit seiner Mitte der Symphyse aufruht [3]) und durch Leibgurt und Schenkelriemen befestigt ist (s. Fig. 77). Von diesem Brett geht der in das Becken einzuführende Zirkelarm aus; derselbe wird successive an die verschiedenen Endpunkte der zu

messung durchstudierte, fand ich diese von VAN HUEVEL angegebene Methode.

1) Transactions of the obstetrical society of London. Vol. XIII. London 1872. pag. 265. — Der wenig passende Name Gynaekometer ist gewählt, weil das Instrument auch zur Messung von Uterus, Vagina, Beckengeschwülsten etc. dienen soll.

2) KÜSTNER, Die exacte Messung aller Dimensionen des kleinen Beckens an der lebenden Frau. Arch. für Gyn. Bd. XVII. 1881. pag. 54.

3) Es ist das SCHULTZE'sche Brett für die Fixierung der Pubo-Spinalebene, welches aus dessen Arbeiten über die Lage des Uterus bekannt ist.

messenden Durchmesser hingeführt; sobald einer dieser Punkte berührt ist, werden auf den in drei verschiedenen Ebenen angebrachten Kreisbögen [1]) die Winkel abgelesen, welche die Lage des betreffenden Punktes in Beziehung zu der festen Grundlage (zu dem Brett) bestimmen. Man notiert successive für jeden Punkt die 3 ihn bestimmenden Winkel. Hierauf nimmt man den Apparat von der Frau ab und konstruiert nun durch Einstellung auf die vorher gefundenen Winkel die Lage der vorher aufgesuchten Punkte in den Raum hinein. Will man z. B. die Conj. vera darstellen, so stellt man auf die das Promontorium bestimmenden Winkel ein, befestigt in einem der kleinen, auf dem Brett angebrachten Kästchen einen Kupferdraht und biegt denselben so, daß sein Ende das Ende des Zirkelarmes berührt. Hierauf stellt man den Zirkelarm auf die der Symphyse entsprechende Lage ein; dann giebt die Entfernung der Zirkelarmspitze von dem Ende des Kupferdrahtes die Länge der Conjugata vera. Es ist klar, daß unter Benutzung mehrerer Kupferdrähte auf diese Weise alle beliebigen Beckendimensionen dargestellt, ja daß so ein vollkommen getreues Luftbild der gesammten Beckenhöhle in den Raum hineinkonstruiert werden kann.

Gegen die Art der Messung lassen sich kaum Einwendungen erheben. Was den Gebrauch des Apparates hindert, ist der komplizierte Mechanismus des voluminösen Instrumentes.

Ich bin am Ende mit der Besprechung der für die innere Beckenmessung angegebenen Instrumente und Methoden [2]).

1) Der auf dem Brett befestigte Halbkreis besitzt eine Rinne, in welcher der auf ihm rechtwinklig stehende Dreiviertelkreisbogen leicht gleitet. Um diesen Dreiviertelkreisbogen ist der äußere Zirkelarm in horizontaler Axe leicht drehbar; dieser ist mit dem inneren (in die Vagina einzuführenden) Zirkelarm durch ein Charniergelenk verbunden; der kleine Kreisbogen zwischen beiden Zirkelarmen giebt den Winkel zwischen denselben an. Es ist auf diese Weise leicht, mit dem inneren Zirkelarm beliebige Punkte des Beckeninneren zu erreichen, wenn allen Kreisen durch Lösen der Schrauben freie Beweglichkeit gegeben ist. Nur um das Bestreichen der vorderen Beckenwand (Anlegen an die Symphyse) zu ermöglichen, ist das Ende des inneren Zirkelarmes in einem Gelenk um 60° zu beugen.

2) Einige Beckenmesser, welche teils überhaupt nicht publiziert, teils nicht bekannt geworden sind, sollen hier angeführt werden:

Le Roi: In Recherches hist. et prat. sur la section de la sym-

Falls mir der Leser durch die wegen der Menge der Instrumente und wegen mancher unvermeidbarer Wiederholungen ermüdende Darstellung gefolgt ist, so wird er die Überzeugung gewonnen haben, daß zwar manches Unnütze und Unbrauchbare erfunden worden ist, daß aber auch eine Anzahl guter und verwertbarer Ideen zum Ausdruck gebracht worden sind. Die große Zahl der Versuche, von denen jeder folgende meist deshalb entstanden ist, weil die früheren sich als unbrauchbar erwiesen haben, hat die gesammte innere Beckenmessung in Mißkredit gebracht.

Vieles Unbrauchbare habe ich als solches bezeichnet, anderes auch, meist weil allgemein verworfen, einer Kritik nicht für bedürftig gehalten. An anderen Stellen habe ich aber auch das Gute hervorgehoben und ich glaube, daß sich hiervon manches noch wird verwerten lassen können. Einiges nur noch möchte ich resumierend zusammenfassen:

Nie soll die instrumentelle Messung die digitale verdrängen; dieser muß stets der ihr gebührende wichtige Platz eingeräumt werden. Die instrumentelle Messung selbst aber soll nicht auf den Fehler hinauslaufen, welcher so häufig begangen worden ist, nur einen Durchmesser, die Conj. vera, bestimmen zu wollen. Alle

---

phys. du pub. Paris 1778. pag. 91 verspricht Le Roi einen Beckenmesser zu publizieren, hat es jedoch später nicht gethan („Dans l'ouvrage que je vais publier sur les accouchemens, indiquerai plusieurs manières de reconnaître les dimensions précises du bassin“).

Traisnel: Das Instrument wurde von Louis in den Séances publiques de l'acad. roy. de Chir. Paris 1779. pag. 137, und von Sigault in Gazette salutaire. Paris 1779 No. 4 und 5 zwar erwähnt aber nicht beschrieben. Stein (kleine Werke pag. 156) sagt, es sei eine Nachahmung seines zusammengesetzten Beckenmessers.

Senff: Niemeyer, Arch. für Geburtsh. Bd. I. St. 1. pag. 34; wird citirt von Frey, l. c. pag. 24.

Colombat: In Bulletin des sciences médicales. Paris 1829 Sept. pag. 448 wird erwähnt, daß das Instrument der Academie vorgelegt wurde; es wird aber nicht näher beschrieben.

Imbert: Erwähnt in Naegele's Geburtshilfe. 6. Aufl. 1867. pag. 536.

Desormaux: Erwähnt bei Beck, Arch. für physiol. Heilk. 1845. pag. 441.

Bang: Erwähnt von Velpeau, traité complet de l'art des accouchemens. 3. éd. Bruxelles 1838. — Bulletin de Férussac. tom. I. pag. 243.

Depaul: Erwähnt bei Pinard, les vices de conformation du bassin. Paris. 1874. pag. 10.

Durchmesser des Beckens müssen in gleicher Weise unserer Diagnose zugeführt werden. Die genaue Kenntnis der Verkürzung der queren Durchmesser ist in eben solchem Maße für die richtige Indikationsstellung maßgebend, wie die der Verkürzung der geraden Durchmesser. Nur eine sichere Kenntnis der Weite resp. Engigkeit des gesammten Beckenkanales darf unsere Ansprüche auf Exaktheit befriedigen[1]). Darum wird denjenigen Instrumenten der erste Preis zuerkannt werden müssen, welche eine möglichst vielseitige Ausmessung des Beckens gestatten. Ob sich ein allen Anforderungen der Praxis und Klinik genügendes Instrument wird finden lassen, vermag ich nicht mit Sicherheit zu entscheiden, zweifle aber nicht an der Möglichkeit.

Wenn ich im Folgenden als Anhang zu der Besprechung der inneren Beckenmessung auch einige eigene Versuche mitteile, so will ich vorausschicken, daß ich mir sehr wohl bewußt bin, mit denselben das erstrebte Endziel nicht erreicht zu haben. Immerhin halte ich sie für wert, bekannt gemacht zu werden; vielleicht ergeben sich auch aus ihnen weitere Fortschritte.

Mein Zweck war, ein Instrument zu konstruieren, welches die direkte Messung sämmtlicher innerer Beckendimensionen ermöglicht. Alle Instrumente, bei denen es notwendig war, beide Messarme gleichzeitig in die Scheide zu führen, haben sich nicht bewährt; vor allem war es auf diese Weise nicht gelungen die Querdurchmesser zu messen. Die Aufgabe mußte mithin die sein, durch Einführung nur eines Zirkelarmes zum Ziele zu gelangen.

Ich ging von folgender Überlegung aus: Wenn es möglich wäre, nach einander die Lage im Raum jeder der beiden Endpunkte des zu messenden Durchmessers in Beziehung zu einem dritten festen Punkte zu fixieren und dann außerhalb des Körpers diese räumliche Beziehung beider Endpunkte zu dem gleichen dritten fixen Punkt gleichzeitig herzustellen, dann wäre die direkte Messung möglich[2]). Küstner bestimmte die Lage im

---

1) Es ist empfehlenswerth, in Fällen, bei welchen Beckenverengerungen gefunden werden, durch Zeichnungen, welche in natürlicher Größe nach den gefundenen Maßen angefertigt werden, sich die Beckenräumlichkeiten anschaulich zu machen.

2) Vergl. den nach gleichem Gedankengang von Küstner construirten Apparat (S. 91).

Raum durch Winkelmessungen; in viel einfacherer Weise muß dies gelingen, wenn man zu dieser Bestimmung (analog dem Verfahren von FREUND (s. S. 80) biegsame Metallstäbe benutzt, welche dem Finger folgen und ihre Form beibehalten. Dies nun habe ich gethan und folgenden Apparat konstruiert [1]).

Am Abdomen der auf dem Rücken, mit flektierten, abducierten Schenkeln liegenden Frau wird das SCHULTZE'sche Brett für Fixierung der Pubo-Spinalebene mittelst Leibgurt und Schenkelriemen so befestigt, daß seine Enden auf den Spin. ant. sup. oss. il., seine Mitte auf der Symphyse aufruht (s. Fig. 78*a*). Das Brett ist auf seiner Unterseite nicht gepolstert [2]); die Riemen werden so fest angezogen, daß das Brett möglichst viel Knochenkontakt erhält, daß also ein weiteres Eindrücken nicht möglich ist. Auf der Mitte des Brettes ist auf einer Metallplatte eine Stahlschiene angebracht; auf diese Schiene wird vermittelst eines genau passenden Schlittens das Hauptstück [3]) (s. Fig. 78*b*, welches die hintere Seite desselben darstellt) des Apparates aufgeschoben und durch eine Schraube in unverrückbare Verbindung mit dem Beckenbrett gebracht. Das Hauptstück hat zwei gleiche Ausläufer, welche aus Stahlschlitten bestehen, die durch darübergleitende Schieber gedeckt werden können. Der Querschnitt jedes dieser Schlitten stellt ein Trapez dar. Nun wird in den einen Ausläufer (z. B. in den rechten) ein Bleistab eingesetzt, vermittelst einer an seinem einen Ende befindlichen Schiene (s. Fig. 78*c*), welche genau in den Schlitten hineinpaßt. Ein an der Unterfläche befindlicher Stift paßt in ein Loch des Schlittens. Durch Herüberschieben des Deckels wird der Bleistab in unverrückbar feste Verbindung mit dem Hauptstück und damit mit dem Beckenbrett gebracht. Nun wird das andere, knopfförmige Ende des Bleistabes (s. Fig. 78*d*) in die Vagina geführt und unter Leitung von Mittel- und Zeige-

---

1) Ich habe den Apparat auf dem I. Congres der deutschen Gesellschaft für Gynaekologie zu München (4. Sitzung am 18. Juni 1886) demonstriert und wiederhole hier die dort gegebene Schilderung. (Verhandlungen des Congresses. Leipzig, Breitkopf u. Härtel. 1886. pag. 265 ff.)

2) nur mit Glanzleder überzogen. (KÜSTNER hat bei seinem Apparat die Unterseite mit Tuch überzogen, um die Reibung zu vermehren und an beiden Enden der Unterfläche parallele flache Rinnen angebracht, um die Fixierung auf den Spin. ant. sup. zu sichern.

3) So nenne ich diesen Teil des Apparates, um bei der weiteren Beschreibung einen kurzen Ausdruck dafür zu haben.

finger der einen Hand — der eine Finger (meist der Zeigefinger, wenn dieser nicht weit genug reicht, der Mittelfinger) wird dabei in den vorn angebrachten offenen Fingerhut hineingesteckt — an den einen Endpunkt die zu messenden Durchmesser (z. B. an den rechten Endpunkt des Querdurchmessers des Beckeneingangs) hingeführt (s. Fig. 79). Sobald dies geschehen ist, löst die freie äußere Hand den Schieber. Der Bleistab wird frei, wird behutsam herausgenommen, so daß er seine Form beibehält, und bei Seite gelegt. Nun wird ein zweiter, dem ersten genau gleicher Bleistab in den zweiten (linken) Schlitten eingesetzt und in ganz analoger Weise an den anderen Endpunkt des Durchmessers (den linken Endpunkt des Querdurchmessers des Beckeneingangs) geführt, dann ebenso herausgenommen. Nun wird das Hauptstück vom Brett entfernt und die Bleistäbe in derselben Weise in die Schlitten wieder eingesetzt, in denen sie sich bei der Messung befanden (s. Fig. 80). Die Endpunkte beider Bleistäbe markieren nun gleichzeitig die Lage im Raum beider Endpunkte der zu messenden Linie in Beziehung zu demselben dritten fixen Punkt und sind der direkten Messung mittelst des Centimetermaßes zugänglich.

Es ist klar, daß in derselben Weise jeder beliebige andere Durchmesser des Beckens, z. B. auch die Conj. vera, gemessen werden kann.

Bezüglich der Einrichtung des Apparates ist noch kurz zu bemerken, daß die Bleistäbe vernickelt sind, um das lästige Abfärben zu vermeiden. Die vorn offenen Fingerhüte sind aus Neusilber und in einer Führung rings um den Stab leicht drehbar[1]). Die Einpassung der Stäbe in die Schlitten, sowie die Befestigung des Hauptstückes auf dem Brett ist eine so sichere, daß selbst kleine Verschiebungen ausgeschlossen sind. Die Riemen sind der leichteren Reinigung wegen mit Glanzleder überzogen.

Daß der Messung, wie jeder organischen Messung, Fehler anhaften, ist natürlich. Genaue mathematische Maße kann man von einer unter Leitung der Finger angestellten Messung an der Lebenden nicht verlangen; auch kommt es auf wenige Millimeter für unseren praktischen Zweck nicht an. Immerhin sind die Fehlerquellen möglichst gering. Die sichere Befestigung an der Frau eliminiert einen Übelstand, welcher bei Freund's Apparat (S. 80) erwähnt wurde. Die Elastizität der Bleistäbe ist eine möglichst

1) Der leichteren Reinigung wegen lassen sich die Ringe entfernen.

geringe. Ich habe verschiedene Versuche angestellt, um möglichst günstige Legierungen herauszufinden, bin aber auf reines Blei zurückgekommen. Ein geringer Fehler wird natürlich nicht zu vermeiden sein, da die Elastizität nie gleich Null ist. Vorteilhaft ist der Umstand, daß, während die Finger der einen Hand das Ende des Stabes an den gesuchten Punkt hinleiten, die andere Hand frei ist und dem außerhalb der Vulva befindlichen Teile des Stabes Biegungen erteilen kann, wodurch die Leitung des Knopfendes erleichtert wird.

Von größter Wichtigkeit ist natürlich, daß die Bleistäbe beim Herausnehmen genau ihre Gestalt beibehalten; ist dies nicht der Fall, dann ist die Messung falsch. Die gespannten Weichteile suchen vermöge ihrer Elastizität in ihren Ruhezustand zurückzukehren; es ist daher sehr wichtig, beim Herausnehmen des Stabes mit den in der Vagina befindlichen Fingern richtig abgemessenen Gegendruck zu leisten. Dies geschieht am besten mit dem Mittelfinger, während der im Fingerhut befindliche Zeigefinger den Stab hält. Um die Spannung der Vulva zu beseitigen, habe ich kurze Seitenhebel seitlich und am Damm eingesetzt; doch kann man dies entbehren. In wichtigen Fällen wird es sich empfehlen, die Narkose zu Hilfe zu nehmen.

Es kann sich erreignen, daß bei dem Einsetzen beider Stäbe zum Behufe der direkten Messung (Fig. 80) beide Stäbe sich gegenseitig berühren oder gar hindern. Um dies zu vermeiden, empfiehlt es sich, den einen Stab möglichst in der rechten Beckenhälfte, den anderen möglichst in der linken zu führen.

Ich habe mit dem Apparat vielfache Messungen an Schwangeren und Nichtschwangeren ausgeführt und habe mich überzeugt, daß die Messung eine einfache, die Untersuchte nicht besonders belästigende ist und daß bei exakter Ausführung der Methode die Resultate befriedigende sind. Genügende Fertigkeit in der digitalen Austastung des Beckens ist selbstverständlich erforderlich, aber auch sorgfältige Einübung auf die Methode ist notwendig.

Ich bin mir sehr wohl bewußt, daß die beschriebene Methode nicht frei von Fehlern ist und ich habe solche auch erwähnt. Immerhin schien sie mir der Mitteilung wert zu sein und ich glaube, daß es sich lohnt, dieselbe zu probieren.

So groß der Vorteil der Benutzung biegsamer Stäbe ist, so ist dieselbe doch mit dem Nachteil verbunden, daß die Elastizität nicht vollkommen ausgeschlossen ist. Ich überlegte daher, ob nicht die Vorteile der Methode ohne die Nachteile benutzt werden können, indem ein leicht zu handhabendes starres System benutzt wird. Als ich Kenntnis von dem S. 89 beschriebenen Apparat von van Huevel (Fig. 75*a*) erhielt, glaubte ich einen Versuch anstellen zu dürfen, das starre System von van Huevel bei meinem Apparat anzuwenden. Andererseits wollte ich den großen Vorteil der biegsamen Stäbe nicht aufgeben und kombinierte beide Verfahren, indem ich in folgender Weise verfuhr.

Die beiden starren Stahlstäbe (s. Fig. 81*a*) artikulieren in der Weise wie bei van Huevel's erstem Pelvimeter (Fig. 47), so daß sie nach allen Richtungen leicht gegeneinander verschoben und gedreht werden können. Der eine Stab trägt an seinem einen Ende eine Schiene, zum Einsetzen in den einen Schlitten des Hauptstückes bestimmt (s. den eben beschriebenen Apparat). An den anderen Stab ist durch ein Kugelgelenk (s. Fig. 81*b*) ein kurzer Bleistab mit Fingerhut angefügt, welchem in dem Kugelgelenk große Exkursionen gestattet sind. Ist der Bleistab gestreckt, so beträgt die Entfernung seiner Spitze von dem Kugelgelenk $13^1/_2$ cm. Eine schnell gehende Schraube mit großem Flügel gestattet die Feststellung des Kugelgelenkes [1]).

Die Messung geschieht analog der mit dem oben beschriebenen Apparat in folgender Weise:

Das Hauptstück wird an dem Beckenbrett befestigt. Nachdem die beide Stahlstäbe verbindende Schraubenvorrichtung gelöst, ebenso dem Kugelgelenk freie Beweglichkeit gegeben ist, führen die Finger der einen Hand (ein Finger im Fingerhut) das knopfförmige Ende des Bleistabes in die Scheide und zwar in die Nähe des aufzusuchenden Punktes. Befindet sich dieser an der vorderen Beckenwand, so wird das Kugelgelenk mehrere Centimeter vor der Vulva sich befinden; liegt der Punkt weiter hinten, so kann das Kugelgelenk bis in die Vulva selbst zu liegen kommen.

---

1) Diese Fixierung geschieht dadurch, daß durch Umdrehung der Schraube das mäßig spitze Ende derselben durch ein Loch der die Kugel umgebenden Kapsel hindurchdringt und die an ihrer Oberfläche rauhe Kugel festdrückt. Die umgebende Kapsel besteht aus zwei Schalen (hohle Halbkugeln), welche aneinander geschraubt sind (s. Fig. 81 *b*). Der am Bleistab befindliche Fingerhut ist analog dem bei dem vorher beschriebenen Apparat benutzten.

Der Flügel der das Kugelgelenk feststellenden Schraube bleibt weit vor der Vulva. Nun wird die an dem einen Stahlstab befindliche Schiene in dem einen Schlitten des Hauptstückes befestigt; beide Stahlstäbe werden immobilisiert, so daß das System nur noch in dem Kugelgelenk Beweglichkeit behält. Hierauf führt der Finger den Bleistab an sein Ziel, wobei dieser leicht im Kugelgelenk folgt und meist nur geringe Biegung des dem Finger anliegenden biegsamen Teiles des Apparates notwendig ist; sobald der gesuchte Punkt im Becken erreicht ist, wird durch eine Drehung der Flügelschraube das Kugelgelenk immobilisiert. (Die Schraube ist derart, daß es genügt, den Flügel einen Halbkreis durchlaufen zu lassen, um das Gelenk festzustellen.) Nun wird das ganze System von dem Hauptstück entfernt; bei dem Herausführen aus der Scheide ist eine Verbiegung kaum möglich, da der kleine Bleistab vollkommen vom Finger gedeckt ist. Der zweite Endpunkt des zu messenden Durchmessers wird in ganz analoger Weise mit einem in den zweiten Schlitten eingesetzten, ganz gleichen System bestimmt.

Die durch die Elastizität bedingten Fehler werden bei diesem Verfahren noch geringer; immerhin will ich nicht verschweigen, daß sie auch hier infolge der Länge der Hebelarme nicht vollkommen aufgehoben sind [1]). Auch steht dieser Apparat an Einfachheit der Messung mit einfachen Bleistäben erheblich nach [2]). Immerhin halte ich das Verfahren der Veröffentlichung für wert; vielleicht lassen sich an ihm noch weitere Verbesserungen finden.

So könnte man vielleicht die freie Beweglichkeit beider Stahlstäbe gegeneinander aufgeben und dafür nur einen gebogenen Stahlstab benutzen, welcher an seinem einen Ende die Schiene zum Einsetzen in das Hauptstück, an seinem anderen das Kugelgelenk trägt. Die Biegung müßte eine derartige sein, daß das Kugelgelenk gerade vor oder in die Vulva zu liegen käme. Sind diese gebogenen Stahlstäbe beider Seiten in die beiden Schlitten des Hauptstückes eingefügt (analog Fig. 80), so müßten beide

---

1) Wollte man dies vollständig erreichen, so müßte der Apparat eine Kompaktheit erhalten, welche ihn sehr unhandlich machen würde.

2) Er hat alle die Nachteile, welche bei der Besprechung von van Huevel's erstem Pelvimeter (S. 72) erwähnt sind. — Die beide Stahlstäbe verbindende Schraubenvorrichtung muß äußerst exakt gearbeitet sein, damit eine sichere Fixierung möglich ist.

Kugelgelenke nebeneinander zu liegen kommen, ohne sich zu berühren. —

Ich habe meine Methoden und Apparate offen dargelegt, ohne ihre Mängel zu verschweigen. Ich bin, wie ich hoffe, nicht in den Fehler mancher früheren Autoren verfallen, welche mit ihrem Instrument das Problem der Beckenmessung endgiltig gelöst zu haben glaubten.

Zum Schluß will ich noch einen Beckenmesser mitteilen, mit welchem die bis jetzt fast allgemein anerkannten Methoden der Beckenmessung wie ich glaube leicht auszuführen sind.

Diese Methoden sind im wesentlichen die äußere Beckenmessung und die into-externe Messung nach Wellenberghs Prinzip.

Der Zirkel (s. Fig. 83*a*) hat im allgemeinen die Form der gewöhnlich zur äußeren Beckenmessung gebrauchten Instrumente und schließt sich am meisten dem Schultze'schen Tasterzirkel (Fig. 8) an. Die gemeinsame Axe, um welche sich beide Arme drehen, wird von einer schnellgehenden Schraube gebildet. Eine viertel Umdrehung des an dieser Schraube befindlichen Flügels genügt, um den Zirkel in jeder beliebigen Stellung zu immobilisieren. Nahe der Axe haben beide Arme des Zirkels eine Ausbiegung, zwischen welchen sich der Maßstab [1]) befindet. (Der kürzeren Bezeichnung wegen nenne ich die Seite des Zirkels, auf welcher der Flügel der die gemeinsame Axe bildenden Schraube angebracht ist, die obere Seite (Fig. 83*a*), die andere die untere (Fig. 83*b*); den Arm auf welchem das Kästchen für den Maßstab sich befindet, nenne ich den ersten, den anderen den zweiten Arm).

---

1) Der Maßstab ist nach dem Muster des an Schultze's Zirkel befindlichen gearbeitet. — Er ist an dem einen Arm fixiert (doch so, daß er um denselben drehbar ist) und geht durch ein Kästchen, welches auf dem anderen Arm drehbar befestigt ist. Das Kästchen besitzt einen Zeiger, welcher auf der Skala die abzulesende Zahl anzeigt. Der Maßstab läßt sich aus dem Kästchen vollkommen herausziehen, so daß er den Zirkelarmen parallel gelegt werden kann, wodurch das Instrument einen geringeren Raum einnimmt und portatiler wird (s. Fig. 82). Vor dem Gebrauch wird der Maßstab in das Kästchen eingeschoben, und zwar von der Seite aus, auf welcher sich der Zeiger befindet. Um das Hereinstecken von der falschen Seite aus unmöglich zu machen, ist eine Hemmung angebracht, welche es verhindert, daß das Kästchen sich um einen vollen Kreis drehen kann.

Der Zirkel läßt sich zunächst wie ein gewöhnlicher Compas d'épaisseur benutzen (s. Fig. 83*a*). Indem ferner beide Arme sich übereinanderweg bewegen lassen, als Höhlenmesser (s. Fig. 84). Die Ausbiegung beider Arme ermöglicht es, sowohl bei Dickenmessung als bei Höhlenmessung das Maß auf der Skala direkt abzulesen. Da der Maßstab auf beiden Seiten graduiert ist, so ist es gleichgiltig, welche Seite des Zirkels bei der Messung dem Auge zugewendet ist. Jeder der beiden Arme trägt nahe der Ausbiegung je einen Schlitten (s. Fig. 83*c*), welcher genau dem am Hauptstück des oben beschriebenen Apparates entspricht. Durch passende Schienen werden die Zirkelarme eingefügt und durch darübergleitende Schieber fixiert. Außerdem trägt der erste Arm noch eine zweite Unterbrechung, welche ermöglicht, ihn umgekehrt einzusetzen, so daß seine Konvexität dem zweiten Arme zugekehrt ist (s. Fig. 83*d*); auf diese Weise kann der Zirkel als Tiefenmesser benutzt werden (s. Fig. 85). Hierbei zeigt natürlich das Maß auf der Skala nicht direkt die Distanz an; nachdem die Messung ausgeführt ist, muß der Zirkel auf dieselbe Stelle der Skala eingestellt und immobilisiert werden, worauf mit gewöhnlichem Centimetermaßstab die Entfernung der Knöpfe gemessen wird [1]). Zu diesem Zweck ist dem Instrument ein zusammenlegbarer Centimeterstab beigegeben. Ein auf der Unterseite des zweiten Armes nahe der Axe angebrachtes Kästchen dient dazu, diesen Maßstab aufzunehmen, solange er nicht gebraucht wird (s. Fig. 83*b*, welche die untere Seite darstellt). Die vorn an den Knöpfen angebrachten Fingerhüte entsprechen vollkommen denen der oben beschriebenen Apparate; sie sind rings um den Stab herum drehbar. Sie kommen wesentlich bei der inneren Messung in Gebrauch; aber auch bei der äußeren Messung kann man die Zeigefinger in dieselben hineinstecken, um das Instrument sicher zu führen [2]). Die Schlitten, in welche die Enden der Zirkelarme eingesetzt sind, sind so angebracht, daß sie das Übereinandergleiten beider Arme nicht hindern; der Schlitten des ersten Armes befindet sich auf der oberen, der des zweiten Armes auf der unteren Seite.

---

1) Damit bei dem Vermerken der Zahl nicht ein Irrtum begangen wird, sind die der Dickenmessung und die der Höhlenmessung dienenden Zahlen nicht in gleicher Reihe auf dem Maßstab vermerkt. Außerdem zeigt der der Dickenmessung dienende Teil der Skala ein *D*, der der Höhlenmessung dienende ein *H*.

2) Will man dies nicht, so kann man sie bei der äußeren Messung entfernen.

Als Compas d'épaisseur benutzen wir das Instrument zur Messung der Conj. ext., Dist. spin., Dist. crist. etc.

Als Raumzirkel benutzen wir ihn bei der äußeren Messung des Querdurchmessers des Beckenausgangs nach BREISKY (s. Fig. 84); desgleichen zur inneren direkten Messung des Querdurchmessers der Beckenenge nach KÜSTNER (S. 83). Der eine Arm wird in das Rectum, der andere in die Vagina geführt und direkt gemessen [1]).

Die zweite Unterbrechung des ersten Armes kommt in Gebrauch bei der äußeren Messung des Beckenausganges nach BREISKY (s. Fig. 85).

Um nun das Instrument zur into-externen Messung nach WELLENBERGH's Prinzip zu benützen, wird der eine Stahlarm aus dem Schlitten entfernt und durch einen Arm aus reinem Blei ersetzt[2]). Dieser trägt an seinem einen Ende eine Stahlschiene zum Einfügen in den Schlitten[3]).

Die Messung der Conj. vera geschieht nun in folgender Weise: Dem Bleistab wird eine starke Krümmung gegeben (s. Fig. 86*a*). Hierauf wird der feste Arm unter Leitung von Zeige- und Mittelfinger (ein Finger im Fingerhut) an das Promontorium geführt; die äußere Hand, welche den anderen Arm hält, nähert nun beide Arme einander, bis der Knopf des Bleiarmes gerade den vorher markierten Punkt auf dem Mons Veneris (Verlängerung der Conj. vera) [4]) berührt; man liest nun auf der Skala die durch den Zeiger bezeichnete Zahl ab, öffnet dann den Zirkel weit, um ihn bequem entfernen zu können; außerhalb des Beckens stellt man

---

1) Damit hierbei der äußere Teil des Instrumentes nicht von einem Gehilfen gehalten zu werden braucht, kann an der äußeren Seite der Vereinigungsstelle beider Zirkelarme ein kleines Häkchen angebracht werden; indem dasselbe an eine Stelle der eigenen Kleidung angehakt wird, erspart man das Halten durch eine andere Person. Man steht dabei vor dem Untersuchungstisch, die zu Untersuchende liegt in Steißrückenlage und ist bis an den Rand des Tisches vorgeschoben.

2) Vergl. WINKLER's Instrument Fig. 55.

3) Beide Schlitten sind genau gleich, so daß jeder der drei Arme in jeden Schlitten paßt. — Dieser Bleiarm entspricht dem bei dem oben beschriebenen Apparat (Fig. 78), nur fehlt der Fingerhut.

4) Man bestimmt diesen Punkt am besten, indem die Finger der einen Hand zuerst nach dem Promontorium, dann nach dem vorspringendsten Punkt der inneren Symphysenfläche tasten; hierdurch gewinnt man eine Anschauung von dem Verlauf der Conj. vera,

auf dieselbe Zahl der Skala ein, immobilisiert und mißt mit dem Centimetermaßstab die Entfernung beider Knöpfe[1]).

In ganz analoger Weise wird die Symphysendicke gemessen, nachdem der Bleistab eine geringe Krümmung erhalten hat (s. Fig. 86*b*).

Ganz besonders möchte ich aber noch empfehlen, mit dem Instrument in ganz analoger Weise den Querdurchmesser des Beckeneinganges zu messen.

Zu diesem Zweck taste man zunächst mit zwei Fingern der linken Hand die linke Hälfte der Linea innominata ab; indem dann die rechte Hand außen an der linken Hüfte tastet, suche man mit dieser denjenigen Punkt auf der Haut zu bestimmen, welcher von der Verlängerung des Querdurchmessers des Beckeneinganges getroffen wird. Indem die Finger beider Hände sich entgegentasten, kann man durch das Muskelgefühl mit großer Sicherheit den richtigen Punkt erkennen, natürlich nicht mit mathematischer Genauigkeit; ein geringer Irrtum wird aber das Resultat nur unbedeutend beeinträchtigen.

Nachdem dieser Punkt mit Tintenstift markiert ist, wird zur Messung geschritten. In den einen Schlitten wird der erste feste Arm, in den anderen der Bleiarm eingefügt. Vermittelst der an ihm angebrachten Unterbrechung (Fig. 83 *d*) wird der feste Arm so gestellt, daß seine Konvexität dem Bleiarm zugekehrt ist. Nun führen Zeige- und Mittelfinger der rechten Hand das Ende des festen Armes an den rechten Endpunkt des Querdurchmessers des Beckeneinganges und fixieren dasselbe hier (s. Fig. 87 *a*). Der Bleiarm reicht nach der linken Hüfte herüber[2]); sein knopfförmiges Ende wird auf den vorher markierten Punkt gesetzt

---

denkt sich diese Linie nach außen verlängert und markiert mit Tintenstift den betreffenden Punkt auf der Haut, während der in der Scheide befindliche Finger dem vorderen Endpunkt der Conj. vera noch anliegt.

1) Will man sich das Ablesen auf dem Maßstab ersparen, so immobilisiere man den Zirkel, sobald die Knöpfe ihre Meßpunkte erreicht haben. Man löse nun den einen Schieber (am besten den des festen Armes), nimmt nun das Instrument leicht ab und setzt den herausgenommenen Arm wieder ein, worauf direkt der Abstand der Knöpfe gemessen wird.

2) Die zu Untersuchende liegt auf dem Untersuchungstisch die Oberschenkel im Hüftgelenk flektirt, die Füße ruhen fest auf dem Tisch. Am besten gelingt die Messung wenn unter dem linken Oberschenkel weg gemessen wird.

(dem Bleiarm wird vorher eine Biegung gegeben, welche bequemes Anlegen ermöglicht). Auf der Skala wird abgelesen, das Instrument entfernt, dann auf die gleiche Zahl eingestellt und direkt gemessen [1]).

In ganz analoger Weise wird dann von dem linken Endpunkte des Querdurchmessers nach dem markierten Punkt gemessen (s. Fig. 87 *b*). Dabei wird der starre Arm so benutzt, daß seine Koncavität dem Bleiarm zugekehrt ist [2]). Die Differenz beider Maße giebt den gesuchten Durchmesser [3]). —

Ich glaube, daß das Instrument, welches trotz seiner vielseitigen Anwendbarkeit doch nicht kompliziert ist, sich für den praktischen Gebrauch empfiehlt. Auf Originalität macht es keinen Anspruch; es finden sich in dem Instrument die Ideen mehrerer anderer, welche besprochen worden sind, verwertet. Es ist nur eine, wie ich glaube, praktische Kombination [4]).

Die Aufgabe, welche ich mir, wie eingangs auseinandergesetzt wurde, gestellt habe, glaube ich erledigt zu haben, indem ich einen historisch-kritischen Überblick über die Beckenmessung zu geben versuchte. Ich glaube die Fehler und Vorzüge derselben in das rechte Licht gestellt zu haben.

Das Endziel genauester Erkenntnis haben wir noch nicht erreicht; aber die Hoffnung ist durchaus berechtigt, daß es gelingen wird. Sollten zu diesem Gelingen aus der vorliegenden Arbeit Anhaltspunkte gewonnen werden, so wäre die Mühe der Arbeit reichlich belohnt.

---

1) Oder man verfährt auch hier, wie in der Anmerkung [1]) S. 103. angegeben wurde.

2) Die Lage des Oberschenkels muß bei der zweiten Messung die gleiche wie bei der ersten sein, damit durch Wechsel der Muskelspannung das Resultat nicht getrübt wird.

3) Vergl. über van Huevel S. 72.

4) Notwendig ist, daß das Instrument sehr exakt gearbeitet ist. Die Schlitteneinsätze, sowie die zweite Unterbrechung des ersten Armes müssen so exakt angefertigt sein, daß die Stäbe unverrückbar in ihnen fixiert werden können. Die Zirkelarme bestehen durchweg aus Stahl. Meine Apparate werden vom Instrumentenmacher Kirsche in Jena angefertigt.

Nicht nur praktische, sondern auch große wissenschaftliche Vorteile wird die exakte Erkenntnis des Grades der Beckenenge bringen. Wie groß der Einfluß der von Michaelis geforderten Beckenmessungen für die Erweiterung unserer Anschauungen über die Lehre vom engen Becken geworden ist, wie fruchtbringend insbesondere auch die Einbeziehung der geringeren Grade von Beckenenge in den Kreis der Erkenntnis gewesen ist, ist allgemein bekannt. Noch größer aber wird der Vorteil sein, wenn die Beckenmessung in noch exakterer Weise geübt werden wird.

In allen Kliniken muß der Beckenmessung eine noch höhere Bedeutung zuerkannt werden, als bisher geschehen ist. Dabei muß vor allem auf die Bestimmung sämmtlicher Beckendimensionen, nicht nur der geraden Durchmesser geachtet werden. Eine genaue Erkenntnis querer Verengerungen, auch geringeren Grades, wird gewiß noch manche Erweiterung der Kenntnisse, besonders über den Mechanismus bei engem Becken, bringen.

Wenn in methodischer Weise alle Becken in Kliniken einer genauen inneren Messung mit den als die besten sich bewährenden Methoden unterzogen werden, so werden die Früchte solchen Fleißes nicht ausbleiben.

Das zentrale Nervensystem der Acephalen.

Von

Dr. Bernhard Rawitz

in Berlin.

Hierzu Tafel XXV—XXIX.

Vorbemerkung.

Als ich vor etwas mehr als zwei Jahren das Zentral-Nervensystem der Mollusken zu studieren begann, da fiel es mir auf, daß in der so überaus reichhaltigen Litteratur sich eigentlich keine Arbeit fand, welche ausschließlich die nervösen Zentralorgane der Muscheln von histologischen Gesichtspunkten aus behandelte. Und doch schien mir diese Klasse des Molluskentypus am ehesten geeignet, um zu einem Verständnis der Bedeutung der sogenannten Kommissuren, zur Erkennung des Ursprungs der einzelnen Nerven gelangen zu können. Denn während bei Cephalophoren und Cephalopoden durch das Vorhandensein eines mehr oder weniger deutlich ausgeprägten Kopfes gewissermaßen eine Zusammenfassung der einzelnen Partieen des Seelenorganes, eine Konzentrierung desselben im Kopf stattgefunden hat, wodurch die Übersichtlichkeit in der Anordnung der Elemente und in ihrem Verhältnisse zu einander bedeutend erschwert wird, liegt die „klassische Trias" der Cerebral-, Pedal- und Visceralganglienpaare weit auseinander: a priori also eine für das Verständnis offenbar günstigere Einrichtung.

Aus diesen Erwägungen heraus ging ich an die Arbeit, deren Resultate ich hiermit der Beurteilung der wissenschaftlichen Welt unterbreite.

Die von mir untersuchten Species waren folgende: Pholas dactylus L., Mya arenaria L., Tellina nitida Poli, Cyprina islandica L., Cardium edule L., Unio pictorum L., Anodonta anatina Cuv., Aca barbata L., Dreissena polymorpha van Ben., Lithodomus dactylus Sow., Mytilus edulis L., Avicula hirundo L., Lima inflata Chemn., Pecten Jacobaeus L. und Ostrea edulis L.

Die marinen Muscheln habe ich teils frisch aus Kiel, teils konserviert aus Neapel von der zoologischen Station bezogen. Zu besonderem Danke, dem ich hiermit öffentlich Ausdruck gebe, hat mich der Direktor des Berliner Aquarium, Herr Dr. Otto Hermes verpflichtet, indem er mir einen großen Teil der von mir benötigten Tiere kostenlos zur Verfügung stellte.

Berlin, September 1886.

I. Teil.

Die makroskopischen Verhältnisse.[1])

Das zentrale Nervensystem der Acephalen besteht aus drei Ganglienpaaren, die als Cerebral-, Pedal- und Visceralganglien bekannt sind. Von diesen sind die Cerebralganglien mit den Pedal- und Visceralganglien durch mehr oder weniger lange Kommissuren, oder, wie Spengel (35)[2]) im Anschlusse an de Lacaze-Duthiers sagt, durch „Konnektive" verbunden, während zwischen den Fuß- und Eingeweideganglien eine solche Verbindung nicht existiert. Die gleichnamigen Ganglien sind entweder durch lange Kommissuren mit einander verbunden, wie dies für die Cerebralganglien stets der Fall ist, oder diese Kommissuren sind so kurz geworden, daß eine völlige Verschmelzung der Hälften stattgefunden hat.

Die vorderen oder Cerebralganglien haben bei einem Teil der von mir untersuchten Acephalen, den sogenannten Asiphonia, eine kegelförmige Gestalt (Taf. XXIX, Fig. 1, 2, 4, 5*a*, *gc*). Die Spitze des Kegels ist nach hinten gerichtet und wird von dem Ursprunge des Cerebrovisceralkonnektivs gebildet; die Grundfläche sieht nach vorn und ist gewölbt; von den Seitenflächen ist die äußere fast flach, die mediane stark konvex. Die untere Fläche ist schwach, die obere stark gewölbt. Die Ganglien sind stets in reichliches, lockeres Bindegewebe eingehüllt, aus dem sie sich nur mit großer Vorsicht völlig intakt herauspräparieren

---

1) Ich schildere hier nur die Verbindung der Ganglien untereinander und die Anzahl der abgehenden Nervenstämme, während die Verästelungen der letzteren und die sekundären Ganglien in einer späteren, erst begonnenen Abhandlung über den Mantelrand der Acephalen einer Besprechung unterzogen werden sollen.

2) Ich will hier bemerken, daß ich diese Terminologie der Bequemlichkeit wegen acceptiere.

lassen. Bei Mytilus, Lithodomus, Dreissena liegen sie auf der Scheide der den Fuß zurückziehenden Muskeln, und zwar an der Außenseite, bei Arca liegen sie in der Mitteldarmdrüse selber, und zwar dicht unter den Mundlappen, bei den Unioniden unter dem inneren Ansatz der inneren Mundlappen und bei den Ostreacea hinter dem Munde auf der Mitteldarmdrüse.

Bei den Siphoniata ist ihre Gestalt eine kugelige oder richtiger, da die abgehenden Nervenstämme das Aussere modifizieren, eine morgensternartige (Taf. XXIX, 3 gc.). Die Lage ist fast stets an der hinteren und unteren Seite des vorderen Schließmuskels, ungefähr an der Grenze von dessen innerem und mittlerem Drittel. Doch scheinen hier individuelle Abweichungen vorzukommen, da ich zuweilen bei verschiedenen Tieren ein- und derselben Species das Organ seinen Platz am hinteren Rande des Muskels wechseln sah.

Jedes der vorderen Ganglien (cfr. Taf. XXIX) giebt 6 Nerven ab: ein Cerebropedal- und ein Cerebrovisceral-Konnektiv, eine Kommissur zum gleichnamigen Organ der Gegenseite und drei nach vorn gerichtete Stämme. Von diesen letzteren ist der am meisten nach innen gelegene für die Gegend des Mundes und einen Teil der Mitteldarmdrüse bestimmt, der mittlere innervirt den vorderen Mantelrand und bei den sogenannten Dimyariern den vorderen Schließmuskel und der äußerste die Mundlappen und den vorderen Teil der Kiemen. Mittlerer und äußerer Nerv sind zuweilen bei ihrem Abgange verschmolzen, wodurch die Zahl der abgehenden Nervenstämme sich auf fünf reduziert.

Nach vorn wird ferner die Kommissur zum gegenseitigen Ganglion abgegeben. Dieser Nerv, stets einfach vorhanden, ist ein feiner Strang, der auf der unteren Fläche der oberen Lippe im Bogen verläuft. Ist die Entfernung der Cerebralganglien von dem Munde eine beträchtliche, wie bei Pecten und Lima, dann ist der Bogen schmal, aber sehr lang ausgezogen; liegen dagegen die Ganglien, wie bei den Siphoniata, sehr nahe dem Munde, so ist der Bogen flach (cfr. Taf. XXIX).

Von der medianen Fläche der Ganglien geht jederseits das Cerebropedalkonnektiv ab. Bronn (3) bildet, in Fig. 4 auf Taf. 34 der ersten Hälfte des dritten Bandes seines großen Werkes über „die Klassen und Ordnungen des Tierreichs“, für Mytilus edulis den Abgang des Cerebropedalkonnektiv aus dem Cerebrovisceralkonnektiv ab. Wie aus der beigegebenen Erklärung erhellt, ist die Figur

nach Duvernoy kopirt. In gleicher Weise hebt v. Jhering (23) den Ursprung des Cerebropedal- aus dem Cerebrovisceralkonnektiv hervor. Ich muss die Richtigkeit dieser Angaben bestreiten; mir ist nie ein anderes Verhältnis vorgekommen, als wie ich es in Fig. 1 cpc. der Taf. XXIX gezeichnet, und wie es sich mikroskopisch auf Schnittpräparaten bestätigt. Je nach der Lage der Pedalganglien, d. h. je mehr sie nach vorn rücken, desto kürzer wird der Verbindungsstrang. Niemals aber rückt das Pedalganglion so weit hinauf, daß das Konnektiv eine grade Linie bildet. Grube (19) bildet die Cerebral- und Pedalganglien von Pecten opercularis als in einer Linie und Ebene liegend ab, ebenso v. Jhering (23) und Gegenbaur (17); dieser in der zweiten Auflage seiner vergleichenden Anatomie Fig. 182 *c*. Der letztgenannte Autor sagt p. 365 l. c.: „Sogar eine Aneinander-„lagerung findet statt, wie bei Pecten, wo die durch eine weit-„gespannte Bogenkommissur verbundenen Cerebralganglien die klei-„neren Fußganglien zwischen sich nehmen.“ Mir ist diese, Grubes und Jherings Darstellung unverständlich, da sie nach dem, was ich bei Pecten Jacobaeus und Lima inflata gefunden, mit den Tatsachen sich nicht vereinigen läßt. Das Cerebropedalkonnektiv ist bei diesen beiden Arten ein kurzer, 2—3—4 mm langer Nervenstrang (je nach der Größe des Tieres richtet sich die Länge desselben), der von vorn, oben und außen nach hinten, unten und innen in einem nach vorn stumpfen Winkel verläuft, so daß Cerebral- und Pedalganglien in zwei sich schneidenden Ebenen liegen (Fig. 5*a*, cpc. Taf. XXIX).

Von der Spitze des Organes geht nach hinten das Cerebrovisceralkonnektiv ab. Dasselbe ist bei den Ostreacea sehr breit und im Verhältnis zur Größe des Tieres sehr kurz. Es giebt auf seinem Verlauf keine Äste ab. Nach Bronn (3) hingegen (l. c. p 397), welcher sich an Keber und Duvernoy anlehnt,[1]) geht von den Verbindungssträngen zwischen dem ersten und dritten, seltener aus den zwischen erstem und zweitem Ganglion, also, wie Spengel es nennt, aus Cerebropedal- und Cerebrovisceralkonnektiv das System der Eingeweidenerven hervor. Auch hier muß ich mit Bronn mich in Widerstreit setzen und behaupten, daß ich einen Nervenabgang von den Konnektiven nie gesehen habe. Das Cerebropedalkonnektiv scheint zwar den Nerv für die gleichseitige Otocyste abzugeben; aber eben schein-

1) Beider Autoren Arbeiten waren mir leider nicht zugänglich.

bar. Der Nervus acusticus liegt dem Konnektiv nur an, seine Fasern sind von denen des letzteren scharf getrennt. Die Bedeutung der Konnektive ist, wie ich im zweiten Teil Kap. 6 zeigen werde, eine ganz andere, als wie Bronn, seinen Angaben nach wenigstens zu schließen, meint. In einer eben erst erschienenen Arbeit von Drost (8), über Cardium edule, werden für diese Muschel die Verhältnisse des Cerebrovisceralkonnektivs genau so gezeichnet, wie ich es für alle übrigen Species gefunden.

Die Pedalganglien der rechten und linken Seite sind bei allen von mir untersuchten Arten in der Medianlinie so eng aneinander gerückt, daß sie zu einem Nervenknoten (Rathkes Centralganglion, Mangilischer Knoten) verschmolzen erscheinen und nur gewaltsam getrennt werden können. In Folge dieser Aneinanderlagerung sind die Kommissuren makroskopisch nicht sichtbar. Dieselben sind in das Innere des Organes verlegt, wie man das bei den Unioniden deutlich erkennt, wenn man die beiden Ganglien auseinanderreißt. Man sieht dann nämlich eine größere Zahl, bis 12 und mehr, weißer Punkte inmitten einer orangefarbenen Umgebung: die Kommissuren innerhalb der Zellmassen. Ihre Beschreibung kann daher erst bei Schilderung der topographischen Verhältnisse erfolgen.

Die Gestalt ist eine sehr verschiedene (cfr. Taf. XXIX *gp.*). Bei den Unioniden, welche die größten Pedalganglien haben, hat jedes die Gestalt einer Spindel, deren beide Spitzen etwas nach außen abgebogen sind. Es weichen somit die vorderen wie die hinteren Enden auseinander und bilden zwei Winkel, von denen der vordere spitzer und tiefer, der hintere flacher und stumpfer ist. Simroth (33) giebt bei Besprechung des Gehörorganes von Cyclas (einer Muschel, die ich mir leider nicht verschaffen konnte) und von Anodonta an, daß auf der oberen Fläche des Ganglion pedale sich ein besonders markierter Zellballen befände, auf welchem bei Cyclas das Ohr liegen soll. Er bildet diesen Zellballen auch für beide Arten ab (Cyclas Taf. 17, Fig. 57 l. c.). Leider bestätigten sich mir für Anodonta und Unio diese Angaben nicht; es ist mir nie gelungen, makroskopisch und mikroskopisch eine solche Zellanhäufung nachweisen zu können, deren Zweck ich auch nicht recht einzusehen vermag, da nach den durchaus richtigen Beobachtungen Simroths das Gehörorgan von Anodonta vom Cerebralganglion innerviert wird, mit dem Pedalganglion aber nichts zu thun hat. Den Unioniden

nähert sich Arca und Cardium, während bei den Mytilaceen das Organ von fast kugeliger Gestalt ist. Bei Pecten und Lima ist es dreieckig, bei den Siphoniaten oblong und sehr klein (cfr. Taf. XXIX). Je nach der Ausbildung des Fußes richtet sich die Größe des Organes; bei den Unioniden ist es daher sehr ansehnlich, während es bei Ostr. edul. ganz verkümmert. Es ist übrigens nicht richtig, wenn Carus (8) in seinem Handbuch der Zoologie Bd. I, p. 718 sagt, daß das Fußganglion immer im Fuße liege. Bei den Mytilaceen liegt es zwischen den beiden retractores pedis und zwar in der Medianlinie auf der unteren Fläche der Mitteldarmdrüse, der Vereinigungsstelle beider Muskeln ziemlich nahe, also vor dem eigentlichen Fuße.

Das Cerebropedalkonnektiv ist bereits besprochen; es ist am längsten bei den Mytilaceen, am kürzesten bei den Ostreaceen. Bei den Unioniden entspringt eine große Anzahl von Nerven für die Eingeweide aus den Pedalganglien, ebenso bei den Arcaceen. Bei allen übrigen entspringen aus dem Ganglion weniger, mitunter nur 2 Nervenpaare, von denen ein Paar die Muskulatur des Fußes versorgt, während die übrigen zu den Eingeweiden gehen, wie ich, wiederum im Gegensatze zu Bronn (3), behaupten muß. Bei einem Fehlen der Pedalganglien treten offenbar vicariierend die Cerebral- und Visceralganglien ein, die dann noch Äste für die Eingeweide abgeben.

Die über den äußeren Habitus des Visceralganglion und seine Bedeutung in der mir zugänglich gewesenen Literatur vorhandenen Ansichten bedürfen der Berichtigung, da sie vielfach irrig sind. Gemeinsam allen Acephalen ist die Lage des Organes am vorderen Rande der unteren Fläche des großen, resp. bei Dimyariern hinteren Schließmuskels. Da bei Lima dieser Muskel weit über den halben Durchmesser des Tieres nach vorn reicht, so muß man, um das Ganglion frei zu legen, die Eingeweide und einen Teil der Mitteldarmdrüse abpräparieren.

Den meiner Auffassung nach niedersten Grad der Entwicklung zeigen hierin die Mytilaceen, mit Ausnahme von Dreissena, deren Visceralganglion ganz wie das der Siphoniata gebaut ist. Bei Lithodomus, Avicula und Mytilus (Taf. XXIX, Fig. 1 *gv.*) finden sich zwei unregelmässig viereckige Nervenknoten gleichweit von der Mittellinie entfernt und durch eine mehr oder weniger breite Kommissur miteinander verbunden. Bei einer $5\frac{1}{2}$ cm langen Miesmuschel (ohne Schale) war jedes Ganglion 1 mm breit, $1\frac{1}{2}$ mm lang, die Kommissur zwischen

beiden $2\frac{1}{2}$ mm lang und $\frac{3}{4}$ mm breit, also halb so breit, als das Ganglion lang.

Den nächsten Entwicklungsgrad zeigen die Arcaceen (Taf. XXIX, Fig. 2 *gv.*). Zunächst findet sich hier, wie auch bei allen ferneren Ordnungen, eine deutliche Zweiteilung nicht mehr vor, sondern linkes und rechtes Ganglion sind vollständig miteinander verwachsen. Eine Trennung in die ursprünglich offenbar vorhanden gewesenen beiden Hälften (man kann eine solche ursprüngliche Trennung aus den mikroskopischen Bildern erschließen) ist ohne Zerstörung des Organes nicht mehr möglich, ganz im Gegensatze zu dem gleichen Verhältnisse bei den Pedalganglien. Bei diesen letzteren bleibt nach der Trennung jedes einzelne Ganglion intakt, da eben, wie ich oben schon sagte, nur eine Aneinanderlagerung stattgefunden hat. Die Arcaceen scheinen mir darum den Mytilaceen am nächsten zu stehen, weil sich hier noch am ehesten eine Andeutung der ursprünglichen Zweiteilung erhalten hat durch die kahnförmige Figur des Organes (Taf. XXIX, Fig. 2 *gv.*). Die von Spengel (35) nach Duvernoy gegebene Abbildung auf Taf. XVII Fig. 13 l. c. entspricht ziemlich genau den Verhältnissen, nur ist das Visceralganglion im Verhältnis zum Pedalganglion zu schmal gezeichnet.

An die Arcaceen schließen sich die Siphoniata an, und zwar zunächst Cyprina islandica L. Hier ist das Organ klein, wie bei den übrigen Arten dieser Unterabteilung der Acephalen, läßt aber bei genauem Zusehen auf der unteren, gewölbten Fläche (die obere Fläche des Organes ist überall eben) eine ganz seichte mediane Furche erkennen als letzten, nur angedeuteten Rest der Zweiteilung (Fig. 3*a* Taf. XXIX). Bei den übrigen Siphoniata und bei den Unioniden ist das Organ viereckig mit eingebogenen Rändern (Fig. 2 u. 4). Hier schließt sich Dreissena an, deren Visceralganglion, wie schon bemerkt, vollkommen wie das der Siphoniata gebaut ist, während ihre Cerebral- und Pedalganglien denen der Mytilaceen gleichen.

Den höchsten Grad der Ausbildung erreicht das Visceralganglion bei den Ostreaceen, und zwar bildet Lima hier den Übergang (Fig. 5 *c*, Taf. XXIX). Der transversale Durchmesser des Organes ist genau so groß wie die Distanz zwischen den vorderen medianen Flächen der Cerebralganglien, circa 5—7 mm, während derselbe bei allen übrigen Ordnungen (Mytilaceen ausgenommen) kaum den dritten oder vierten Teil beträgt. Die Form ist die einer Wurst, die zwei seichte Einschnürungen hat, so

daß drei Abteilungen entstehen, zwei laterale und eine mediane. Die Zeichnung, die GRUBE (19) von dem hinteren Ganglion (Ganglion principale nennt er es) von Pecten opercularis giebt, paßt genau für Lima inflata. Für Pecten aber hat diese GRUBE'sche Abbildung keine Giltigkeit; noch weniger allerdings die JHERING'sche Fig. 25, Taf. VI l. c. (23), die GEGENBAUR'sche (17) p. 366, Fig. 182*c*. l. c. und die BRONN'sche (3) Fig. 2 Taf. 34 l. c. Ich habe den Bau an Chromkalipräparaten erkannt; in diesem Reagens erscheinen die einzelnen Abteilungen deutlicher voneinander getrennt als in Weingeistexemplaren, nach denen anscheinend die Abbildungen jener Autoren gemacht sind. Da ich von Ostrea edulis nur letztere, nicht auch erstere angefertigt habe, so kann ich leider über den makroskopischen Bau des Visceralganglion bei dieser Species keine Angaben machen.

Bei Pecten Jacobaeus (Taf. XXIX Fig. 5*a* u. *b*) zeigt sich die untere Fläche (*a*) des ganglion viscerale aus 8 Teilen zusammengesetzt. Jederseits von der Mittellinie des übrigens im transversalen Durchmesser kleineren Organes als des gleichen bei Lima liegt je ein länglich runder Körper, der $^2/_3$ der ganzen Länge einnimmt. Beide sind in der Mittellinie durch eine feine, das Ganglion scheinbar ganz durchsetzende Jncisur getrennt. Ich will diese Körper bezeichnen als corpus oblongum dextrum et sinistrum (Fig. $5a._1$). Seitlich an jedes corpus oblongum grenzt ein länglicher, medianwärts spitz zulaufender Körper, der die Gestalt eines Keils hat, daher corpus cuneiforme dextrum et sinistrum ($5a._2$) heißen möge. Die Corp. cuneïf. verlaufen von außen, vorn und oben nach innen, hinten und unten und sind durch eine seichte Furche von den betreffenden corp. obl. getrennt. Seitlich von den keilförmigen Körpern, ebenfalls durch seichte Furchen getrennt und dadurch deutlich gemacht, liegen zwei halbmondförmig gebogene Körper, die deshalb corpus semilunare dextrum et sinistrum ($5a_3$) heißen mögen. Ihre Konkavität kehren sie nach innen, ihre Konvexität nach außen. Dieselben übergreifen jederseits vorn die corp. cuneif. bis zur Hälfte von deren Querdurchmesser, biegen sich hinten medianwärts um und überragen die noch zu beschreibenden Mittelkörper. Zwischen ihnen bleibt dabei ein schmaler Zwischenraum, der etwa halb so breit ist, wie der transversale Durchmesser des hinteren Mittelkörpers. Alle drei bisher beschriebenen Körperpaare lassen in der Mitte einen Raum frei, der von zwei nach vorn konkaven, nach hinten konvexen, voneinander und von den sie begrenzenden

Gebilden durch seichte Furchen getrennten und dadurch deutlich gemachten länglichen Gebilden eingenommen wird. Diese Gebilde, sie mögen corpus centrale anterius et posterius heißen ($5a_4$ u. $_5$), haben ihren größten Durchmesser in der transversalen Axe des Ganglion und sind insofern ungleich, als das corp. centr. post. nur halb so groß ist, als das corp. centr. ant. Das Ganglion ist nicht symmetrisch gebaut, denn der rechte halbmondförmige Körper ist schmäler und dünner, als der linke.

Auf der oberen Fläche des Ganglion (5*b*) sind bloß die beiden corp. obl., semilunaria und das corp. centr. post. sichtbar. Es geht daraus erstens hervor, daß die Furchen, welche die corp. obl. von den cuneif. und vom corp. centr. ant., die corp. cuneif. von den corp. semilun. und das corp. centr. ant. vom post. trennen, nicht die ganze Dicke des Ganglion durchsetzen, und zweitens, daß die corp. obl. und semilun. von oben nach unten zu breiter werden. Daß das corp. centr. post. auf der oberen Fläche sichtbar bleibt, rührt daher, daß am Hinterrande des Organes die halbmondförmigen Körper einander nicht berühren.

Von den Visceralganglien gehen jederseits ab (cfr. Taf. XXIX *gv*): 1) das Cerebrovisceralkonnektiv, 2) der Kiemennerv, 3) die Nerven zum Muskel und zum Mantelrande und 4) bei den Mytilaceen die Kommissur zum gleichnamigen Organ der Gegenseite.

Der Konnektiv ist zum Teil bereits besprochen. Es ist sehr dünn bei den Mytilaceen und Siphoniaten, sehr breit bei den Ostreaceen und hat im allgemeinen einen gestreckten Verlauf.

Der Kiemennerv geht stets in einem mehr oder minder ausgeprägten, nach vorn konvexen Bogen zu den Kiemen, wo er sich in zwei Aste spaltet, für die innere und äußere Kieme. Ganz besonders ausgeprägt ist der bogenförmige Verlauf bei den Siphoniata, fast gestreckt bei den Mytilaceen und Ostreaceen. Wie die histologische Untersuchung lehrt, zeigt der Branchialnerv bis zu seinem Eintritt in die Kieme ganglιösen Bau, wie dies übrigens schon aus seinem Außeren, infolge der Anwesenheit von Pigment, erschlossen werden kann. Die peripheren Nerven führen nämlich nie Pigment, sondern, wenn überhaupt Pigment vorhanden ist, nur die Centralorgane; doch davon später.

Nach hinten, auf der unteren Fläche des großen resp. hinteren Schließmuskels verlaufen zwei Nervenpaare jederseits. Das innere Nervenpaar (cfr. Taf. XXIX) geht auf dem Muskel bis nach hinten, biegt am hintersten Rande nach oben um und versorgt die ein-

zelnen Muskelbündel. Bei Pecten und Lima sind 4—5 und mehr Muskelnerven jederseits vorhanden. Das äußere Nervenpaar, das bei den Ostreaceen mehrfach vorhanden ist, verläuft ebenfalls auf der unteren Fläche des großen resp. hinteren Schalenschließers zum Mantelrand und teilt sich in mehrere Äste. Im Mantel von Pecten sind die Fasern des Opticus mit den sensiblen Fasern für die Mantelrandzacken vereint.

Von welcher Bedeutung das geschilderte makroskopische Aussehen des Visceralganglion von Pecten für die Stellung des Tieres in der Klasse der Acephalen ist, in wie weit die bisher üblichen Anschauungen berechtigt sind und nach welcher Richtung hin sie meiner Auffassung nach einer Modifikation bedürfen, das möchte ich erst auseinandersetzen, wenn ich die Ergebnisse der histologischen Untersuchung werde besprochen haben.

Noch habe ich eine makroskopisch sichtbare, auffallende Differenz zwischen den Ganglien der Siphoniata und Asiphonia zu erwähnen. Bei den Siphoniata sind alle Ganglien stets pigmentlos, selbst bei Tieren mit gefärbter Schale, wie Cyprina islandica. Bei den Asiphonia haben alle Tiere mit hell gefärbter Schale ebenfalls ein pigmentloses Zentralnervensystem, während bei den Tieren mit dunkler Schale die einzelnen zentralen Ganglien durch orangefarbenes Pigment ausgezeichnet sind. Am intensivsten gefärbt ist stets das am tiefsten im Körper eingebettete Pedalganglion, dann schließen sich an die Cerebralganglien, welche mehr oberflächlich gelagert sind, und diesen, als am wenigsten pigmentiert, das Visceralganglienpaar, das ganz frei auf dem Muskel, nur von einer mehrfachen Hülle bedeckt, daliegt. Es ist bei Mytilus fast farblos. Eine Sonderstellung nimmt wiederum Dreissena ein. Während Cerebral- und Pedalganglien orangefarben sind, ist das Visceralganglion weiß, wie bei Mya, Pholas etc. Das Alter hat Einfluß auf die Intensität der Färbung, indem ganz junge Tiere wenig oder gar kein Pigment besitzen.

II. Teil.

Die mikroskopischen Verhältnisse.

Kapitel I.

Die Untersuchungsmethoden.

Zum Studium der die nervösen Zentralorgane bei den Muscheln konstituierenden Gewebselemente, des Zusammenhanges derselben untereinander und ihrer Gruppierung habe ich Isolations- und Schnittpräparate angefertigt.

BUCHHOLZ (4) meint, zur Untersuchung des zentralen Nervensystems der Wirbellosen gäbe es drei Wege: 1) das Ganglion in toto zu lassen und nur durch geeignete Reagentien dasselbe aufzuhellen, 2) Studium von Durchschnitten und 3) Isolationspräparate anzufertigen. Da ihm die Methoden sub 1 und 2 nicht viel Erfolg versprachen, so hat er sich nur auf die dritte Methode beschränkt. So notwendig entschieden die Herstellung von Isolationspräparaten bei Untersuchungen des Zentralnervensystems ist, die durch kein noch so gutes Schnittpräparat ersetzt werden können, so notwendig ist aber auch das Studium von Durchschnitten. Denn nur durch letzteres werden die Isolationspräparate in ihrer Bedeutung für das Verständnis des Aufbaues der Organe erkannt, während ohne dasselbe die Ergebnisse der Isolationen einen mehr als casuistischen Wert nicht beanspruchen können. Anderseits aber berechtigen die Resultate, welche ausschließlich durch Studium von Schnitten gewonnen sind, nie zu einem abschließenden Urteil, sofern nicht von vorneherein nur die Erkenntniß topographischer Verhältnisse erstrebt wurde. Die von BUCHHOLZ perhorreszierte erste Methode: Aufhellen des ganzen Organes durch geeignete Reagentien, habe ich ebenfalls als ganz ungeeignet befunden.

Gleich SOLBRIG (34) hat auch mir die Anwendung von verdünntem

Alkohol

in gewisser Beziehung die besten Resultate geliefert. Jedoch nicht in jedem Grade der Verdünnung.

Der von Ranvier empfohlene $^1/_3$ Alkohol (siehe Frey: Mikroskop, 7. Aufl. 1881. pg. 89) giebt nur während der ersten Tage brauchbare Bilder. Verweilen die Tiere resp. Organe längere Zeit in der Mazerationsflüssigkeit, so treten trotz wiederholten Reagenswechsels Erscheinungen auf, die auf beginnende Fäulnis hindeuten.

Die von Solbrig (34) l. c. pg. 20. Cap. II angegebene Mischung von 1 Teil käuflichen Weingeistes auf 5 Teile Aq. dest. ist ganz vorzüglich und durchaus des Lobes wert, das ihr dieser Autor erteilt. Das zentrale Nervennetz erhält sich ausgezeichnet, ebenso die fibrilläre Struktur der breiten Fortsätze. Dagegen, und dies ist der einzige Nachteil, wird die variköse Beschaffenheit der feinen Nervenfibrillen dadurch undeutlich, manchmal auch ganz vernichtet.

Am besten hat sich mir eine Verdünnung von 1 Teil Alkohol absolutus mit 3 Teilen Aq. dest. bewährt. Dieser $^1/_4$ Alkohol erhält die Teile vollkommen, ermöglicht leichte Isolation der Ganglienzellen und Nervenfasern, so daß der Insult durch die Präpariernadel auf ein Minimum reduziert wird, und gewährt nach 4—5 Wochen, ganz wie Solbrigs $^1/_6$ Alkohol, noch vollkommen brauchbare und einwurfsfreie Bilder.

Von den Chromsalzen stelle ich oben an das

Kali bichromicum.

Werden die Objekte in stark verdünnte Lösung gebracht (0,1 $^0/_0$; 0,05 $^0/_0$ und 0,025 $^0/_0$), so ist die Mazeration nach 8—24 Stunden vollendet und die Isolation der einzelnen Gewebselemente ohne Schwierigkeiten möglich. Das zentrale Nervennetz, der fibrilläre Bau der breiten Nervenfasern etc. sind vorzüglich erhalten und ebenso läßt sich, wie an Alkoholpräparaten, der Zusammenhang der Zellen miteinander sehr leicht konstatieren. Nach längerem Verweilen der Ganglien in der Mazerationsflüssigkeit indessen, also nach 48 resp. 72 Std., ist das Gewebe so vollständig erweicht, daß es für histologische Zwecke nicht mehr verwendbar ist. Ich gebe daher dem Alkohol den Vorzug vor dem Kali bichromicum.

Zur Härtung verwandte ich stets eine 5 $^0/_0$ Lösung des Salzes und warf die ganzen Tiere mit ihren Schalen in dieselbe. Nach

4—6 Wochen wurden die einzelnen Ganglien noch einer etwa 8 tägigen Einwirkung von absolutem Alkohol unterworfen und waren dann schnittfähig. Die Herausnahme der Tiere aus den Schalen war jetzt eine sehr leichte; letztere, selbst wenn sie vorher eng geschlossen waren, klafften nun in den allermeisten Fällen weit auseinander und ein Druck des Skalpellstieles gegen die Schließmuskeln genügte, um diese ohne Verletzung von ihren Insertionen an der Schaleninnenfläche zu lösen.

Ammonium bichromicum.

Dieses Salz wandte ich in einer Konzentration von 0,1 % an. Es steht in seiner Wirkung entschieden hinter dem Kalisalze zurück, namentlich habe ich stets Schrumpfungen im Kerne wahrgenommen. Vor allen Dingen aber besteht der Nachteil dieses Reagens darin, daß es das zentrale Nervennetz vollständig zerstört oder wenigstens so verändert, daß dasselbe an Isolationspräparaten gar nicht zu studieren ist. Im Gegensatze zu Boehmig (2), der pg. 6 seiner Dissertation Lösungen das Ammoniumbichromat in einer Konzentration von 0,025—0,01 % rühmt, und zu H. Schultze (32), der gleichfalls das Ammoniumsalz hauptsächlich zur Isolation verwendet hat, möchte ich, aus obigen Gründen, vor der Anwendung desselben entschieden warnen. Ihm allein ist es wohl zuzuschreiben, daß Boehmig die feinere Struktur der Leydig'schen Punktsubstanz völlig unklar geblieben ist.

Chromsäure.

Die Chromsäure hat mich sowohl als Mazerations- wie als Härtungsmittel vollständig im Stiche gelassen. Auch die von Arnold (Virchows Archiv Bd. 32) empfohlene Kombination dünner Essigsäure- mit dünnen Chromsäurelösungen, deren Vortrefflichkeit ich beim Studium der Spinalganglien der Wirbeltiere anerkennen mußte, ist für das Nervensystem von Evertebraten nicht wohl verwendbar. Die Fortsätze der Zellen sind schlecht erhalten, die Kerne geschrumpft, die Nucleoli zackig, wahrscheinlich infolge der Einwirkung der Essigsäure.

Die Haller'sche Flüssigkeit.

Béla Haller (21) empfiehlt in seiner zweiten Studie über marine Rhipidoglossen zur Isolation zentraler Nervenzellen ein Gemisch von 0,5 Eisessig, 0,5 Glycerin, 2,5 Wasser. Wie aus seiner Beschreibung und seinen Abbildungen hervorgeht, gestattet diese Mischung die weitestgehenden Isolationen bei gleichzeitiger Erhaltung des Zusammenhanges der Zellen untereinander. So

gut offenbar diese Kombination für das Cephalophorengehirn ist, so wenig ist sie für die gleichen Teile der Acephalen verwertbar, da hier schon nach $^1/_2$ stündiger Einwirkung eine vollständige Zerstörung der einzelnen Elemente stattgefunden hat.

Ueberosmiumsäure.

Weder zur Isolation, noch zur Härtung konnte ich dieses Reagens verwerten. In Konzentrationen von 0,1 $^0/_0$ und 0,05 $^0/_0$ stand es hinter verdünntem Alkohol und Kali bichromicum weit zurück, und in stärkeren Lösungen, 1—2 $^0/_0$, gab es auch nicht die Resultate, die ihm Haller (21) und Dietl (7) nachrühmen. Zwar das zentrale Nervennetz war erhalten, aber die Zellen waren verzerrt, sahen wie versengt aus und ihr Zusammenhang untereinander, wie mit dem zentralen Nervennetze war schlechterdings nicht mehr erkennbar.

Pikrinsäure.

Zur Mazeration wurde die Pikrinsäure in sehr verdünntem Zustande angewendet: 5—10 Tropfen der kaltgesättigten Lösung auf 15 ccm. Aq. dest. Nach 12—24 Stunden war die Isolation der Zellen sehr leicht auszuführen; die einzelnen Teile waren gut erhalten und die so gewonnenen Bilder standen denen, die durch Chromkalimazeration hervorgerufen wurden, nur wenig nach.

Die von mir aus der zoologischen Station zu Neapel bezogenen Präparate waren teils nach der Kleinenberg'schen Pikrinschwefelsäure-Methode, teils nach der Semper'schen Essigsäure-Chromsäure-Methode konserviert. Namentlich die erstere lieferte vortreffliche Präparate und ich kann daher dem Lobe, das ihr Paul Mayer (31) erteilt, nur voll und ganz zustimmen. Wenn auch auf Schnittpräparaten darnach das zentrale Nervennetz nicht gut erhalten ist, so ist um so besser der Faserverlauf zu erkennen. Dabei ist mir aufgefallen, daß, wenn so konservierte Präparate mit konzentrierter wässriger Rubinlösung durchgefärbt und nachträglich mit Gummiglycerin durchtränkt wurden, sie einen violetten, unter Umständen blauen Farbenton annahmen.

Ich versuchte dann noch die von Fritsch (15) bei seinen Studien über das Fischgehirn angewandte Jod-Alcoholmischung mit nachfolgender Chromkalihärtung, Dieselbe, die namentlich für das Rückenmark von Vertebraten ausgezeichnete Resultate giebt, ist bei Acephalen wegen der durch sie bewirkten Brüchigkeit der Zentralorgane nicht verwertbar.

Zur Färbung bediente ich mich der Anilinfarben, des

Karmin, des Hämatoxylin nach WEIGERT und der Goldreduktion. Die WEIGERT'sche Hämatoxylinfärbung hat mir vollständig unbrauchbare Präparate geliefert, so daß ich dieselbe für das Nervensystem der Acephalen nicht empfehlen kann.

Von den Anilinfarben gaben die besten Bilder Rubin und Safranin; ihnen am nächsten stand Eosin, während Gentianaviolett und Malachitgrün unbrauchbar sind.

Das Karmin in ammoniakalischer Lösung wandte ich in den starken Verdünnungen an, die J. GERLACH (18) so lebhaft empfohlen hat. Handelt man genau nach den Vorschriften, die dieser Autor pg. 2 und 3 l. c. giebt, so erhält man vortreffliche Präparate. Namentlich das zentrale Nervennetz ist mit einer Klarheit und Deutlichkeit erhalten und bis in seine feinsten Maschen sichtbar, wie bei keinem anderen Reagens. Nur an solcherweise tingierten Präparaten kann man die sogenannte Punktsubstanz studieren. Ich habe übrigens nicht die einzelnen Schnitte gefärbt, sondern die Ganglien in toto in die etwa die Nüance des bekannten „Rosenliqueurs“ habende Lösung gethan, in der sie, je nach der Größe, 4—10 Tage verblieben. Dann wurden sie in leicht mit Essigsäure angesäuertem Weingeist ausgewaschen und auf mehrere Tage in absoluten Alkohol gethan.

Die Goldreduktion, zu der ich Lösungen des Goldchlorids in Stärke von 0,1%—0,25% anwandte, hat mir auch hier so schöne Bilder gegeben, wie bei den Zellen der Vertebraten. Nur einen Fehler hat die Goldlösung, daß nämlich die Isolationsfähigkeit der Präparate darin in hohem Grade verloren geht. Wenn ich die Hälfte eines, sei es in $^1/_4$ Alkohol, sei es in $^1/_{10}$% Chromkalilösung mazerierten Ganglion mit Gold behandelte, so erhielt ich nach erfolgter Reduktion keine annähernd so guten Präparate, wie von der Hälfte, die nicht der Einwirkung des Metalles ausgesetzt war. Auch die Farbstoffe wie Karmin und Ehrlich'sches Hämatoxylin hatten diese nachteilige Wirkung, wenn auch in geringerem Grade. Die Anfertigung von Dauerpräparaten isolierter Zellen ist daher sehr schwierig und nur darum zu empfehlen, weil, wie weiter unten auseinandergesetzt werden soll, das längere Verweilen in dem zur Aufbewahrung verwandten Glycerin wichtige Aufschlüsse über ihre Struktur giebt.

Kapitel II.

Die Ganglienzellen und ihre Fortsätze.

Zerzupft man eines der zentralen Ganglien einer beliebigen, lebendig aus der Schale herauspräparierten Muschel in dem bei Öffnung der Schale abtropfenden Wasser, oder in verdünntem Zuckerwasser, oder in 0,75 % *NaCl*lösung, so sieht man Folgendes:

Die Ganglienzellen umgeben als eine mehrschichtige Rinde die sogenannte „Punktmasse" Leydigs; letztere erscheint glänzender und heller, als erstere, die ein mattgraues Aussehen haben. Die Form der Zellen, die nur in gedrängten Gruppen sichtbar werden (denn an eine vollständige Isolierung ist bei dieser Methode selbstverständlich nicht zu denken), ist eine birnen- resp. keulenförmige, und zwar bildet der Stiel den Fortsatz, der sich in die „Punktsubstanz" einsenkt. Der Kern hat eine wechselnde Lage, meistens zentral, manchmal am Nervenabgang, manchmal an dem dem Nervenabgang entgegengesetzten Pole. Er ist kreisrund resp. bläschenförmig und stets wasserklar; von einem Gerüst oder von einer sonstigen Struktur ist nichts zu merken. Die hochinteressanten Erscheinungen, die Freud (14) an den Kernen der „überlebenden" Ganglienzellen von Astacus fluviatilis beobachtete, konnte ich hier nicht wiederfinden, weil ich offenbar keine „überlebenden" Zellen vor mir hatte. Nur ein einziges Mal, nach Zerzupfung eines Pedalganglion von Unio in dem abgeflossenen Wasser, schien mir im Kerne einer Zelle eine lebhafte Molekularbewegung vorhanden zu sein. Allein diese Beobachtung ist zu vereinzelt, als daß daraus irgend etwas zu folgern wäre. Der Kern enthält ein, manchmal, wenn auch selten, zwei gelb-grünlich glänzende, stark lichtbrechende Kernkörperchen.

In den Zellen findet sich meistens, die Siphoniata und die Muscheln mit hellgefärbter Schale ausgenommen, ein orangefarbenes Pigment, das aus großen, kreisrunden Körnern und aus zylindrischen Stäbchen bestehen kann. Dasselbe liegt entweder konzentrisch um den Kern oder am Abgang der Nervenfaser oder am entgegengesetzten Pole. Ich befinde mich hierin in direktem Widerspruch mit Hans Schultze (32), der es als eine charakteristische Eigenschaft der Ganglienzellen der Muscheln hinstellt, daß sie mit „goldig-glänzendem" Pigment überfüllt sind. Dieser positiven Angabe, die in einer unter Flemmings Leitung angefertigten Arbeit enthalten ist, habe ich die ebenso positive Behauptung entgegenzustellen, daß die Sache sich nur so verhält,

wie ich es eben angegeben. Auch Bilder, wie sie HALLER (21) von Rhipidoglossen in den Figuren 1*b*, 8, 13 und 14 l. c. wiedergiebt, nach denen das Pigment über den ganzen Zellenleib gleichmäßig verteilt ist, habe ich bei Acephalen nie erhalten. Ferner weichen die Verhältnisse bei Muscheln von denen bei Prosobranchiern darin ab, daß die „Centralzellen“ (HALLER), die in den wie oben hergestellten Präparaten sehr deutlich sich darstellen, kein Pigment besitzen, während nach Fig. 16 der citierten HALLER'schen Arbeit bei Rhipidoglossen diese Gebilde pigmentiert sind.

Die Zellen sind entschieden membranlos, das unterliegt gar keinen Zweifel und die gegenteiligen Angaben von HELMHOLTZ (22) und WALTER (41), die BUCHHOLZ (4) und WALDEYER (40) schon bestritten, sind als irrige zurückzuweisen. Die Fig. 7 auf Taf. III der citierten SOLBRIG'schen Arbeit (34), wo er eine Zellmembran abbildet, die, wie es p. 23 heißt, „sich auf den Nerven nicht fortsetzt,“ kann mich nicht überzeugen; wenigstens kommen ähnliche Verhältnisse bei Acephalen nicht vor. HANS SCHULTZE (32) stellt auf p. 100 seiner eben citierten Arbeit als VII. Ergebnis seiner Untersuchungen folgenden Satz auf: „Die Ganglienzellen der Elatobranchiaten und Würmer, sowie die „sympathischen Zellen der Gastropoden besitzen unzweifelhaft „eine auf den Fortsatz übergehende „strukturlose Membran.“ Er gründet diesen Ausspruch auf ein Bild, das er in Fig. 16 wiedergiebt und das er im Text als „leer gewordene Zellmembran“ deutet und als sicheren Beweis für die allgemeine Existenz einer solchen auffaßt. Mir ist diese Schlußfolgerung aus dem Befunde nicht recht verständlich. Gleich BUCHHOLZ, DIETL, HALLER, WALDEYER bestreite ich das Vorkommen von Membranen um die Ganglienzellen bei Acephalen ganz entschieden. Das, was H. SCHULTZE als Membran deutet, ist offenbar nichts weiter, als ein Teil der ausgerissenen, äußeren Hülle des Ganglion, die, wie ich später zeigen werde, gerade bei Mytilus die Existenz einer Membran vortäuschen kann.

Setzt man nun zu einem solcher Art hergestellten Präparate seitlich ein kolliquatives Reagens hinzu (Aqua destillata, liquor ammonii caustici, Kalilauge, konzentrierte oder verdünnte Schwefelsäure, konzentrierte oder verdünnte Essigsäure), so kann man die feinere Struktur der Zellen erkennen. Man sieht nämlich am Rande des Zellleibes, bald schneller bald langsamer, je nachdem die Einwirkung des Reagens eine stürmische oder allmähliche ist, mattglänzende, fast wie einfach konturierte Myelinformen aus-

sehende Tropfen heraustreten, die sich nach und nach abschnüren und dann frei in der Flüssigkeit schwimmen. Dabei macht es den Eindruck, als ob sich diese Tropfen durch ein äußerst feines Netzwerk hindurchpressen müssten. Nach genügender Einwirkung des Reagens, wenn ein Tropfenaustritt nicht mehr stattfindet, zeigt sich denn auch als Rest der Ganglienzelle ein außerordentlich feines Maschenwerk, in welchem jene als Tropfen ausgeflossene Masse gelegen hat. Weder diese, noch das Maschenwerk nehmen nachträglich irgend einen Farbstoff an, wahrscheinlich in Folge der Einwirkung des zerstörenden Reagens.

In einem Isolationspräparate, das ich vom Visceralganglion von Anodonta anatina angefertigt, mit Hämatoxylin gefärbt und in Glycerin aufbewahrt hatte, waren nach einem Jahre aus den Zellen grünlich gefärbte, ölartige, doppeltkonturierte Tropfen herausgetreten, die teils frei in der Flüssigkeit schwammen, teils so, wie es Fig. 77 *a* u. *b* wiedergiebt, an der Zelle anklebten oder aus derselben herauszutreten im Begriff waren. Der Rest des Zellleibes bestand hier ebenfalls aus einem sehr feinen Netze, das durch die Abbildung nur undeutlich wiedergegeben wird. Aus dieser Beobachtung und aus dem vorhin beschriebenen Vorgange erhellt aber, daß zwischen meinen und den Buchholz'schen Beobachtungen (4) eine nicht unwesentliche Differenz besteht, indem ich ein Abschnüren der Tropfen aus dem Maschenwerke gesehen habe, während Buchholz eine solche Abschnürung leugnet. Nach ihm treten die Tropfen mit breiter Basis aus der Zellsubstanz hervor. Darnach dürfte also zwischen Gastropoden und Acephalen eine nicht unwichtige Abweichung bestehen, indem bei jenen das bei diesen vorhandene Maschenwerk des Zellleibes nicht zu existieren scheint.

Die von Buchholz (4) angegebenen chemischen Reaktionen der Ganglienzellen der Süßwassermollusken, wo sich auf Zusatz konzentrierter $H_2 SO_4$ die Zellen schön rot färben, konnte ich ebenso wenig bestätigen, wie die von Leconte und Faivre (27) gemachten Beobachtungen, daß jenes Reagens die Kerne rot, den Zellleib gelb färbt. Nach meinen Erfahrungen vielmehr wirkt konzentrierte Schwefelsäure so ein, daß zunächst, unmittelbar nach dem Zusatz, alle Konturen schärfer, härter hervortreten. Dann beginnt eine Trübung des Gesichtsfeldes durch Verflüssigung der Zellen und der „Punktsubstanz" und ein Strömen der Massen nach verschiedenen Richtungen hin findet statt. Auch dies läßt nach, und es ist dann überhaupt nichts mehr zu unterscheiden

weil alle Form zerstört ist. Diese amorphe Masse nimmt dann einen rötlichen Farbenton an.

Wir ersehen also aus diesen Beobachtungen, daß die Ganglienzelle der Acephalen aus zwei Teilen besteht, von denen der eine eine netzförmig angeordnete, der andere eine zähe, unter Umständen ölartige Tropfen bildende Substanz ist, die in den Maschenräumen der ersteren suspendiert ist. BUCHHOLZ (4) unterscheidet eine hyaline, eigentlich nervöse Substanz, die sich auf die Nervenfasern fortsetzt, in der eine andere in Form feiner Körner erscheinende suspendiert ist. Ob dieser Schluß wirklich berechtigt ist, ob man nicht vielmehr die in Tropfen ausfließende Substanz als die eigentlich nervöse, die netzförmige (BUCHHOLZ' hyaline) nur als Stützsubstanz anzusehen hat, will ich definitiv nicht entscheiden, möchte aber die letztere Auffassung der BUCHHOLZ'schen vorziehen. Inwieweit das Netzwerk, welches FLEMMING (12) bei den Spinalganglienzellen der Säuger kennen gelehrt hat, identisch mit dem von mir beschriebenen, resp. ob überhaupt hier ein Vergleichungspunkt vorhanden ist, kann ich nicht sagen, da mir die nach FLEMMINGS Angabe zur Erkennung dieser Verhältnisse notwendige homogene Immersion nicht zur Verfügung stand.

Kerne und Kernkörper werden später als Zellsubstanz angegriffen und ohne bemerkenswerte Erscheinungen zerstört.

Das Pigment der Ganglienzellen der Süßwassermollusken, das meist eine rötliche Nüance hat, zeigt nach BUCHHOLZ (4) auf Zusatz konzentrierter $H_2 SO_4$ folgende Veränderungen: rotgelb über grün, blau zum indigoblau. Vom Zeitpunkt des Zusatzes des Reagens bis zum Eintritt der indigoblauen Farbe, die derjenigen des Amylum auf Jodzusatz gleichen soll, vergehen nach diesem Autor etwa 5 Minuten. Setzt man wieder Aq. dest. zu und saugt die $H_2 SO_4$ mittelst Fließpapier ab, so tritt die ursprüngliche rote Färbung wieder ein. Und so kann man dieses Farbenspiel häufiger hervorrufen, bis schließlich das Indigoblau an Intensität verliert.

Bei Acephalen liegen die Sachen anders. Hier ist das Pigment orangegelb und wird durch Zusatz von $H_2 SO_4$ sofort tief olivengrün. Diese Färbung hält an und ist auch nicht mehr durch seitlichen Zusatz von Aq. dest. aufzuheben. Sonst wird das Pigment noch durch die dünnen Lösungen des Alkohol zerstört, während es die Salze der Chromsäure kaum angreifen.

Ganz anderer Art erscheinen die Strukturverhältnisse der Ganglienzellen im Zentralnervensystem der Acephalen nach Mazerationen in verdünntem Alkohol und in schwachen Chromkalilösungen. Hier ist die Zusammensetzung des Zellleibes aus zwei chemisch und morphologisch verschiedenen Substanzen nicht zu erkennen. Die Zellen erscheinen fast durchweg, wie aus allen Figuren ersichtlich, als zartgranulierte Gebilde von dunklem Aussehen, und je größer sie sind, desto zarter und gleichmäßiger ist die Granulierung (Fig. 35). Wo dieselbe nicht vorhanden ist, wie in Fig. 42 und 46, oder wo sie so grob ist, wie in Fig. 52 und 53, da ist stets ein übermäßig langer Aufenthalt in der Mazerationsflüssigkeit die Ursache der Erscheinung. Das Gleiche gilt von den Zellen, die in Fig. 47 und 59 abgebildet sind, an denen die Granulierung nur an einem Teile der Zelle sichtbar ist, während der andere Teil ein homogenes Aussehen hat. Ob durch das lange Liegen in den Mazerationsflüssigkeiten ein Austreten der tropfenbildenden Substanz bewirkt wird bei gleichzeitiger Vernichtung des retikulären Baues des Zellleibes, so daß also die vorgenannten Figuren einen indirekten Beweis für die Richtigkeit des vorhin beschriebenen, direkt Beobachteten abgeben würden, möchte ich nach allem, was ich gesehen, in der That annehmen. So scheinen mir die in Fig. 44, welche eine durch $\frac{1}{4}$ Alkohol isolierte Zelle aus dem Visceralganglion von Cyprina islandica darstellt, an dem dem Nervenabgang entgegengesetzten Pole liegenden 4 glänzenden Tropfen auf einen Austritt derselben aus der netzartigen Substanz hinzudeuten. Das betreffende Organ, von dem das Präparat angefertigt wurde, hatte etwa drei Wochen in Alkohol gelegen. Es würde dann das zart granulierte Aussehen der Zellen verursacht durch die in der netzförmigen suspendierte zähe, tropfenbildende Substanz, in deren Innerem Gerinnungen durch die koagulierende Wirkung der Reagentien entstanden sind.

Einen ausgesprochen fibrillären Bau der Ganglienzellen bei den Acephalen, wie er von H. Schulze (32) und für andere Evertebraten von Böhmig (2), Dietl (7) u. a. beschrieben worden ist, habe ich eigentlich nie gefunden. Nur wenn die abgehende Nervenfaser eine Zusammensetzung aus „Axenfibrillen" (Waldeyer) zeigte, dann schien es mir zuweilen, als ob der Zellleib eine konzentrische Schichtung um den Kern und eine Längsstreifung nach dem Nervenabgang hin hätte, etwa wie es Fig. 32 wieder-

giebt. Die Zeichnung ist genau nach der Natur angefertigt und zwar nach einem Präparate, das noch am deutlichsten diese Erscheinungen darbot. Dies ist aber ein von den Angaben der Autoren so wesentlich abweichendes Bild, daß ich daraus weder einen Schluß für noch gegen die fibrilläre Anordnung in der Zelle ziehen möchte. Indessen nach den oben beschriebenen Beobachtungen über die netzförmige Struktur des Zellleibes halte ich die fibrilläre Anordnung für wenig wahrscheinlich.

Weitere Differenzierung zeigt der Zellleib nicht. Nur in den großen Zellen aus dem Visceralganglion von Pholas dactylus sieht man, daß die Granulierung um den Kern herum eine viel dichtere ist, als in der Peripherie des Zellleibes, so daß hier der Kern von einem dunklen Hof der Zellsubstanz umgeben ist Fig. 33.

Der Kern erscheint meistens farblos und durchsichtig, nur selten (Fig. 16, 32, 57, 58, 59) sieht man in ihm dunkle Körnungen, die vielleicht die Reste des zerstörten Kerngerüstes darstellen. Hin und wieder wird er durch das um und über ihm gelagerte Pigment vollständig verdeckt (Fig. 37 und 45). Bei den Siphoniaten haben die Zellen kein Pigment; an seiner Stelle findet man eine fettartige Substanz, welche kleine, kreisrunde, grünlich glänzende Tropfen bildet und entweder um den Kern liegt und ihn dabei verdecken kann (Fig. 44), oder im Zellleib an beliebigen Stellen sich findet. Dieselbe bräunt sich in Überosmiumsäure.

Eine deutlich sicht- und nachweisbare Kernmembran ist auch bei Acephalen vorhanden, ganz wie bei den übrigen Klassen des Molluskentypus. Diese Membran kann zuweilen eine relativ bedeutende Dicke erreichen (Fig. 35), ist aber meistens nur ein sehr feines, strukturloses Häutchen von sehr zarter Beschaffenheit, das häufig platzt und dann den anscheinend flüssigen Kerninhalt heraustreten läßt. Die Gestalt ist in normalen Zellen stets kreisrund. Oblonge, elliptische oder nierenförmige Kerne, welch letztere Buchholz (4) merkwürdigerweise für normal hält, sind stets Resultate der durch das Reagens bewirkten Schrumpfung. Das merkwürdigste Bild bot der Kern einer verstümmelten multipolaren Zelle aus dem Visceralganglion von Mytilus edulis (Fig. 78a). Derselbe hatte konische Form, war durch den Farbstoff (konzentrierte wässrige Rubinlösung) intensiv blau gefärbt, mit Ausnahme der Basis des Kegels, welche das gewöhnliche Aussehen der Kerne hatte und in deren

Mitte sich das Kernkörperchen befand. Ich registriere das Faktum, ohne es verwerten zu können.

Das Kernkörperchen, das sich von allen Zellbestandteilen stets am intensivsten färbt, hat am ungefärbten Präparate einen gelbgrünlichen Glanz. Eine besondere Struktur hat dasselbe nicht, auch keine Höhlung, wie Walter (41) für lumbricus agricola angiebt. Nur ausnahmsweise zeigt es einen Nucleololus, während nach Dietl (7) bei Limax 2—3 und mehr dieser Gebilde in einem Kernkörperchen vorkommen sollen.

Nachdem ich bis jetzt die Struktur der Ganglienzellen geschildert habe, will ich dazu übergehen, die Arten und die Polarität der Zellen, das Verhalten derselben zu den Fortsätzen und diese selbst zu besprechen.

Boehmig (2) unterscheidet 3 Gruppen von Zellen (l. c. pg. 9): 1) solche mit breitem Plasmarand, meist, doch nicht ausschließlich unipolar; 2) solche mit schmalem Plasmasaum, bi- und multipolar und 3) kleine unipolare Zellen mit sehr schmalem Plasmasaum.

Wenn ich in dieser Einteilung anstatt der von Boehmig statuierten Beschränkung für alle drei Gruppen das Vorkommen von uni-, bi- und multipolaren Zellen angebe, so könnte ich sie acceptieren, wenn nicht die Klassifizierung nach dem Vorgange von Béla Haller (21) sich auf den Verlauf der von den Zellen entspringenden Nervenfortsätze zu gründen hätte. Jedenfalls hat sie vor der Walter'schen Einteilung (41) den Vorzug, daß sie nicht prätendiert, aus der Größe auf die Funktion schließen zu können. Ganz unverständlich ist mir, wie Walter die großen unipolaren Zellen bei den von ihm untersuchten Tieren als sympathische ansprechen konnte. Hätte er geeignete Schnitt- und Isolationspräparate angefertigt, so wäre er in diesen Irrtum nicht verfallen, ebensowenig wie in den anderen, die multipolaren Zellen als die die verschiedenen Reflexthätigkeiten vermittelnden Gebilde aufzufassen.

Was nun die Ganglienzellen der Acephalen anlangt, so ist folgendes darüber auszusagen:

Apolare Zellen kommen nirgends vor. Es giebt nur uni-, bi- und multipolare Zellen, von denen die unipolaren die zahlreichsten, die bipolaren die seltensten sind. Die Größendifferenz ist eine sehr bedeutende innerhalb aller drei Gruppen; ich habe unipolare Zellen von nur 6,3 μ Längen- und

5,3 μ Breitendurchmesser[1], andere von 27,0 μ : 12,6 μ und solche von 68,4 μ : 14,4 μ Durchmesser gefunden. Bipolare Zellen von 48,0 μ : 12,6 μ; multipolare von 45,0 μ : 32,0 μ; und dazwischen finden sich Übergänge aller Art. Im allgemeinen sind also die Ganglienzellen der Acephalen bedeutend kleiner, als die der Gastropoden, wie das aus den Maßen, die BOEHMIG (2), BUCHHOLZ (4), HALLER (21), SOLBRIG (34) u. a. anführen, hervorgeht.

Die größten Zellen aller drei Arten finden sich in den Visceralganglien, namentlich der Siphoniata, welche überhaupt unter allen Muscheln die größten Ganglienzellen haben, und der Ostreacea. Es ist dies leicht verständlich. Diese großen uni-, bi- und multipolaren Zellen (cfr. Fig. 25, 27, 31, 33, 35, 43, 44, 61) sind die Ursprungsstätten für diejenigen motorischen Nerven, welche die Muskulatur der Siphonen resp. den großen Schließmuskel der sogenannten Monomyarier versorgen. Es sind also motorische Zellen, homolog und analog den Vorderhornzellen im Rückenmarke der Vertebraten, aber keineswegs, wie WALTER (41) annimmt, sympathische. Als solche könnte man höchstens, wenn eine solche Klassifikation überhaupt angebracht wäre, die kleinsten unipolaren Zellen in den Pedalganglien auffassen (Fig. 5 und 7); indessen ganz ähnliche kleinste Zellen finden sich in den Cerebralganglien (Fig. 1 und 6), wo sie in der Nähe des Ursprunges des Cerebropedalconnectivs, resp. des Acusticus liegen, und in den Visceralganglien (Fig. 2, 3, 4 und 8), wo sie am Abgange des Branchialnerven und in diesem selbst zu treffen sind.

Die kleinsten Zellen haben stets nur einen, verhältnismäßig großen Kern, der oft (Fig. 7 und 8) den Zellleib auf einen schmalen Saum beschränkt; zuweilen (Fig. 4) kommen in ihm 2 Nucleoli vor, die dann beide exzentrisch liegen, während bei nur einem Kernkörperchen dieses die Mitte des Kernes einnimmt.

Die Form der mittelgroßen und großen **unipolaren** Zellen, die normal, d. h. im lebenden Organismus wohl stets eine keulenähnliche ist, ist durch die Reagentien in verschiedenster Weise abgeändert. Man findet neben keulenförmigen, welche die Mehrzahl bilden, hauptsächlich sanduhrähnliche, bei denen entweder,

---

1) Bei unipolaren nehme ich als Längsdurchmesser den an, welcher vom Nervenabgange zum entgegengesetzten Pole geht, als Breitendurchmesser den größten senkrecht den ersten treffenden. Bei multipolaren ist der Längendurchmesser der vom Abgange der Hauptnerven zum entgegengesetzten Pole.

der Kern am äußersten Pole der Zelle, oder, wie in Fig. 14 und 22 oberhalb, oder, wie in Fig. 21, unterhalb der Einschnürung liegt. Die meisten Zellen sind einkernig, manche haben auch (Fig. 24) zwei Kerne; einmal traf ich eine Zelle (Fig. 25), bei der ich mindestens 3 Kerne konstatieren konnte. Wie aus der Abbildung hervorgeht, lagen die beiden größeren Kerne an entgegengesetzten Polen der Zelle und hatten je ein deutliches, glänzendes, kleines Kernkörperchen. Der kleinere Kern lag so ziemlich in der Mitte zwischen beiden, denen er in seinem äußeren Habitus vollständig glich, nur daß ihm ein Nucleolus fehlte. Das vierte Gebilde, das ich gezeichnet habe, unterschied sich von den anderen drei durch sein am ungefärbten Präparate fast tintenschwarzes Aussehen und durch seine Lage am Abgang der Nervenfaser. Zellen mit so großer Zahl von Kernen, wie sie namentlich Buchholz (4) beschreibt und abbildet, kommen bei Acephalen nicht vor.

Daß bei Evertebraten und, wie ich in meinen Arbeiten über den Bau der Spinalganglien (Arch. f. mikr. Anat. Bd. XVIII und XXI) nachgewiesen habe, auch bei Vertebraten unipolare Zellen im Sinne der alten Histologie vorkommen, ist eigentlich keinem Mikroskopiker zweifelhaft. Nur Béla Haller (21) meint, indem er einen Ausspruch Virchow's aus dessen Cellularpathologie citiert, daß die unipolaren Zellen um so seltener werden, je genauer man zusieht. Dem entgegen stehen die Angaben aller Forscher, die das Nervensystem der Wirbellosen histologisch untersucht haben, Boehmig (2), Buchholz (4), Dietl (7), Solbrig (34), Hans Schultze (32) u. a. Selbst wenn Leydig (30) in seinem Aufsatz über die Anatomie und Physiologie der Lungenschnecken sagt, daß die meisten mittelgroßen und ganz großen Zellen „die Tracht unipolarer Kugeln“ haben und dann (pg. 47 l. c.) fortfährt: „sie entsprechen aber ganz wohl multipolaren oder strahligen „Zellen, da ihr breiter, bandartig platter Fortsatz sich weiterhin „teilt und sich zuletzt in ein wahres Geflecht feiner Fasern auf„löst“, so spricht das nicht gegen die Existenz wirklich unipolarer Zellen. Denn einmal hat Leydig in der citierten Arbeit die Ganglien nur in toto, nicht an Schnittserien studiert, und dann leugnen die Physiologen überhaupt das Vorkommen von nervösen Zellen, die nicht mit anderen Zellen in direkter Verbindung stehen, weil dies mit der Theorie nicht in Einklang zu bringen ist. Darauf aber kommt es allein an: ob es wirklich nervöse Zellen giebt, die mit benachbarten Zellen nicht in direkter

Verbindung stehen. Ob der Fortsatz sich weiterhin teilt, in ein Geflecht feinster Reiserchen sich auflöst, ob dieses Geflecht mit ähnlichen anderer Zellfortsätze eine netzförmige Verbindung eingeht, ist vollständig irrelevant. Es sei denn, daß man annimmt, jede einzelne Fibrille könnte gleichzeitig zentrifugal und zentripetal leiten.

Nun giebt es aber nicht bloß solch' unipolare Zellen, welche nicht mit anderen in unmittelbarer Verbindung stehen, während der Fortsatz sich in feinste Reiserchen zerspaltet, sondern es giebt auch solche, deren Fortsatz ungeteilt in den aus dem Ganglion entspringenden peripheren Nervstamm übergeht. Zahlreich sind solche Zellen bei den Acephalen allerdings nicht, indessen sind sie unzweifelhaft vorhanden, wie man dies ganz gut auf feinen Schnitten studieren kann, die, wie Fritsch (16) bemerkt, unter Umständen sehr lehrreiche Isolationen liefern können. Die in Fig. 13 abgebildete Zelle, aus einem Längsschnitte durch das Visceralganglion von Mytilus edulis entnommen, sendet nur einen Fortsatz ungeteilt in den peripheren Stamm. Außerdem findet man in Isolationspräparaten auch unipolare Zellen mit so langen, ungeteilten Fortsätzen (Fig. 17 und 18), daß diese im Ganglion gar nicht Platz haben, daß man vielmehr aus der Länge des Fortsatzes den Schluß auf dessen direkten Übergang in den peripheren Stamm ziehen muß. Auch ist es nie möglich, unipolare für verstümmelte bi- und multipolare Zellen anzusprechen. Denn einmal brechen die Fortsätze bei ihrer Elastizität selten so vollständig ab, daß sie nicht mehr auch nur angedeutet vorhanden sind; zweitens aber, geschieht dies wirklich, so sind solche Zellen sofort zu erkennen (Fig. 78a und b), mögen sie nun auf Längsschnitten durch die Schnittführung oder in Isolationspräparaten durch die Methode verstümmelt sein. Freud, der in seiner Arbeit „über Spinalganglien und Rückenmark des Petromyzon“ (13) den „unipolaren Zellen im Sinne der alten Histologie“ den Boden entzogen zu haben meinte, scheint solche Zellen in neuerer Zeit wieder anzuerkennen. Wenigstens glaube ich dies aus seiner Arbeit „über den Bau der Nervenfasern und Nervenzellen beim Flußkrebs“ (14), sowie aus den derselben beigegebenen Abbildungen schließen zu können, wenn auch Freud sich darüber nicht offen ausspricht. Auch Fritsch (16) leugnet keineswegs die Existenz der unipolaren Zellen. Um so unverständlicher ist es mir daher, wie Joseph (26), der unter Leitung von Fritsch gearbeitet hat, die Anschauung seines Lehrers so

gänzlich mißverstehen konnte, daß er demselben, l. c. p. 7, den Nachweis der histologischen Unhaltbarkeit der unipolaren Zellen zuschreibt.

Die Physiologie mag sich sträuben, so viel sie will, sie muß mit der Existenz wirklich unipolarer Zellen im Sinne der alten Histologie rechnen und es hat gar keinen Zweck, wenn Morphologen geradezu gewaltsame Anstrengungen machen, um die Nichtexistenz der unipolaren Zelle zu beweisen.

Nach dieser, immerhin notwendigen, Abschweifung kehre ich zum Thema zurück.

Die seltenste Zellform bilden die **bipolaren** Zellen. Man muß hier drei Hauptgruppen unterscheiden: 1) oppositipole Zellen (Fig. 39 und 40), 2) geminipole Zellen (Fig. 35, 37, 38, und 3) bipolare Zellen (Fig. 30, 31 und 38), deren einer Fortsatz nur eine fadenförmige, zuweilen sich teilende (Fig. 30) Verlängerung des Protoplasmaleibes ist, die ich deshalb pseudobipolare nennen will.[1])

Diese drei Arten sind durch ihre äußere Form sehr scharf voneinander geschieden. Die **oppositipolen** haben die hinlänglich bekannte Spindelform (Fig. 39 und 40). Ihr Kern ist klein und liegt meistens an demjenigen Pole der Zelle, von welchem die kürzer erhaltene Faser abgeht. Zuweilen sind die beiden Fortsätze der Zelle so gerichtet, daß diese der Faser wie angeklebt erscheint (Fig. 71), ohne mit derselben in näheren Konnex zu treten. Doch dürfte dies nur scheinbar sein, während thatsächlich der zutretende Nerv sich in der Zelle auflöst, der abgehende Nerv mit allen seinen Bestandteilen aus ihr herstammt.

Die zweite, wohl charakterisierte Form sind die **geminipolen** Zellen. Ihre Gestalt ist oblong, sie sind meistens protoplasmaarm, der Kern ist klein und liegt stets im abgerundeten Pole. Die in Fig. 35 abgebildete Zelle aus dem Visceralganglion von Mya arenaria war unter den vielen tausend Präparaten, die ich angefertigt, die einzige geminipole Zelle, die, von wahrhaft riesiger Größe, deutlich und zart granuliert war und einen großen Kern mit zwei Kernkörperchen besaß, von denen der eine einen Nucleololus hatte. Nicht immer entspringen die beiden Fortsätze direkt

---

1) Fritsch (16) nannte die von ihm gefundene Zellenart von Lophius piscatorius, pseudounipolar.“ Für die Zellen, um die es sich hier handelt, scheint mir der entgegengesetzte Ausdruck, pseudobipolar, angemessener.

aus der Zelle. Meistens sind sie (Fig. 37) in einem gemeinsamen, mehr oder weniger langen Schaltstück vereinigt, um sich erst in oft nicht unbeträchtlicher Entfernung von dem Zellleibe zu trennen und dann beide peripher zu verlaufen. Einmal (Fig. 47) sah ich in der Trennungsstelle eine kernähnliche Bildung liegen, die, gleichwie die in Fig. 25 abgebildete, sich am ungefärbten Präparate durch ihr fast tintenschwarzes Aussehen bemerklich machte.

Als eine Abart der geminipolen Zellen ist die unter Fig. 36 abgebildete aufzufassen, indem hier der eine der gerad abwärts gerichteten Fortsätze sich fast sofort nach seiner Trennung von dem zweiten dichotomisch in zwei fast gleich breite Äste spaltete.

Was endlich die dritte Art der bipolaren Zellen anlangt, die **pseudobipolaren** (Fig. 30, 31 und 34), so unterscheiden sie sich von den beiden vorigen durch ihre Gestalt, die eine keulenähnliche ist, gleich der der unipolaren Zellen, und durch die Natur des einen Fortsatzes. Während bei den oppositipolen und geminipolen Zellen zwar der Zellleib in den Fortsatz übergeht, gegen den er sich, wie übrigens auch an unipolaren und multipolaren, leicht konisch zugespitzt abgrenzt, der Fortsatz aber, mag er nun breit oder schmal sein, hell granuliert ist, stammt hier der eine Fortsatz aus dem Zellleib selber, mit dem er nach seinem ganzen Verhalten völlig identisch ist, so daß er als ein Teil desselben aufgefaßt werden muß.

Gemeinsam allen drei Arten von bipolaren Zellen ist die Erscheinung, daß stets der eine Fortsatz auf eine längere Strecke isoliert ist, als der andere, wofür der Grund erst später angegeben werden soll.

Zwischen den unipolaren und bipolaren stehen die **multipolaren** Zellen an Häufigkeit in der Mitte. Ihre äußere Form ist eine so außerordentlich variable, daß eine Beschreibung derselben füglich nicht gegeben werden kann, weil man sonst jede einzelne Zelle besonders erwähnen müßte. Ein Blick auf die Figuren 41—61 wird das beweisen. Bei anderen Mollusken sollen die tripolaren die zahlreichsten sein und meistens dreieckige Gestalt haben. Bei den Acephalen sind sie die seltensten (Fig. 41 und 53), während hier die Zellen mit vielen Fortsätzen an Zahl überwiegen.

In einer multipolaren Zelle habe ich nie eine Duplizität des Kernes beobachtet; derselbe war stets nur einfach vorhanden,

ebenso wie das Kernkörperchen. Seine Lage war eine wechselnde; im allgemeinen aber befand er sich stets in der Nähe desjenigen Poles, von dem die meisten Nervenfasern abgingen, resp. zu dem sie traten.

Man kann als ein Charakteristikum aller multipolaren Zellen, ausgenommen derjenigen, die in der sogenannten Punktsubstanz vorkommen (Fig. 46, 49, 51, 80*z*), ansehen, daß sie einen Hauptfortsatz und zahlreiche Nebenfortsätze haben. Letztere, die die verschiedensten Durchmesser haben können und bald nur als feine Reiserchen erscheinen, bald als breite, fast hyaline Nervenfasern, die sich wiederum in der variabelsten Art und Weise teilen, entspringen stets so von der Zelle, daß sie das periphere Drittel derselben frei lassen. Von hier aus geht als direkte Fortsetzung der Zelle, deren protoplasmatischer Leib sich stets konisch zuspitzt, ein einziger Fortsatz ab, der auf längere Strecken isoliert werden kann und seinen Verlauf in die zentrale „Punktmasse" nimmt. Er bestimmt in allen Fällen die Längsaxe der Zelle und dürfte als Homologon des Deiters'schen Fortsatzes der Vertebratenzelle aufzufassen sein. Die feinen Reiserchen, die an die Zelle herantreten oder von ihr abgehen, sind stets Teile des Zellleibes selber, ähnlich denjenigen der dritten Art bipolarer Zellen, der pseudobipolaren. Die breiten Fasern, die nicht mit dem Hauptfortsatz identisch sind, sind stets oder fast stets in kurzer Entfernung von der Zelle geteilt. Die in der Fig. 56 abgebildete Zelle stammt aus einem Längsschnitte durch das Visceralganglienpaar von Mytilus edulis; der Schnitt hat den Hauptfortsatz in kürzerer Entfernung von der Zelle getroffen, als den langen Nebenfortsatz.

Was nun die aus der sogenannten „Punktsubstanz" isolierten multipolaren Zellen anlangt, die ich als Schaltzellen bezeichnen will [1]) (Fig. 46, die ungewöhnlich groß ist, 49 und 51), so fehlt ihnen ein Hauptfortsatz vollständig; sie haben dafür zahlreiche Nebenfortsätze, die als Protoplasmafortsätze anzusprechen sind, sind stets kleiner, als die übrigen multipolaren Zellen und in nur geringer Zahl vorhanden.

Die Zellfortsätze zerfallen ihrem äußeren Ansehen

---

1) Der von Haller (21) gebrauchte Name „Zentralzellen" ist meiner Ansicht nach etwas unglücklich gewählt, da die Verwechselung mit „zentraler Zelle" zu nahe bei der Hand ist, um ohne weiteres vermieden werden zu können.

nach in zwei Hauptgruppen: in breite und schmale Fortsätze. Die schmalen Fortsätze zeigen stets variköse Anschwellungen in großer Zahl. Die Varikositäten sind entweder nur punktförmig (Fig. 1, 8,) oder haben eine rundliche oder spindelähnliche Form. Sie sind stets homogen und stehen in wechselnden Abständen voneinander ab. Bei denjenigen schmalen Fortsätzen, bei denen keine Varikositäten wahrgenommen werden können, sind die letzteren durch die Behandlungsweise undeutlich gemacht worden.

Die breiten Fortsätze sind in zwei Unterabteilungen zu zerlegen: 1) in solche mit Varikositäten und 2) in solche ohne dieselben. Diese letzteren sind stets die breitesten und haben ausnahmslos fibrilläre Zeichnung (Fig. 32, 33, 34, 43, 44). Dieselbe wird hervorgebracht durch feine, variköse Fäserchen, die parallel der Längsaxe im Innern der breiten Faser verlaufen und zuweilen durch eine feinkörnige Zwischensubstanz isoliert sind (Fig. 32). Diese fibrillär gezeichneten Fasern sind außerdem stets kürzer isoliert, als die varikösen Fasern. Die Varikositäten der breiten Fortsätze unterscheiden sich von denen der schmalen durch ihre grössere Länge und Breite, dadurch daß in ihrem Innern zuweilen fettglänzende Körner sich vorfinden (Fig. 17 und 29). Sie gleichen den Varikositäten der zentralen Nervenfaser der Wirbeltiere auffällig und verleihen auch, namentlich wenn sie etwas dicht stehen, den Fasern ein perlschnurartiges Aussehen (Fig. 40). Mehr als 5 derselben kommen an einer Faser nicht vor, meistens nur 2—3. Zu ihnen treten, resp. von ihnen gehen ab feinste Reiserchen, die sich teilen können und zuweilen ebenfalls wieder varikös sind (Fig. 29). Auch diese Fortsätze zeigen fibrillären Bau.

Die breiten Fortsätze, mögen sie nun der einen oder der anderen Art angehören, teilen sich ausnahmslos dichotomisch (Fig. 26, 27, 30, 34), oder dendritisch (Fig. 76 a); nur sind diese Teilungen selten auf Isolationspräparaten zu sehen, weil die Fasern hier meistens abreißen, da sie sich vorher stets etwas verjüngen (Fig. 30). Die schmalen Fortsätze, wenn sie nicht eine solche Länge haben, daß man ihren unmittelbaren Übergang in die Peripherie sehen oder erschließen kann (Fig. 13, 17, 18), in welchem Falle sie ungeteilt bleiben, teilen sich ebenfalls ausnahmslos in eine Menge äußerst feiner Reiserchen (Fig. 65 und 72), und aus demselben Grunde, wie bei den breiten Fasern, weil die Fortsätze an der Teilung und vor derselben abreißen, ist dieser Zerfall nur an gut erhaltenen Objekten zu erkennen.

Ihrem Verlaufe nach müssen die Fortsätze der Ganglienzellen eingeteilt werden:

1) in Fortsätze, die direkt und stets ungeteilt zum peripheren Nervenstamm gehen = Stammfortsätze.

2) in Fortsätze, die sich in die Marksubstanz (Dietl) einsenken und stets in feinste Reiserchen zerfallen = Markfortsätze.

3) in Fortsätze, welche die Verbindung zwischen zwei und mehreren Ganglienzellen vermitteln. Dieselben haben ganz den Charakter und das Aussehen des protoplasmatischen Zellleibes, als dessen Teile sie zu betrachten sind = Protoplasmafortsätze. Auch sie teilen sich mitunter.

Solbrig (34) unterscheidet Fortsätze mit direktem und indirektem Übergang in die Nervenfasern. Solche, welche einen direkten Übergang vermitteln, sind 1) die Kernkörperfortsätze, 2) die Parenchymfortsätze, die, wie es l. c. Kap. V pg. 46 heißt: „aus der Substanz der Zelle kegelförmig „hervorgehen und von denen auch eine Anzahl direkt als Nerven„fasern in die Stämme übergehen."

Der indirekte Übergang der Fortsätze wird dann nach Solbrig durch die Leydig'sche „Punktsubstanz" vermittelt. Welcher Art diese Fortsätze aber sind und von welcher Art der Ganglienzellen sie stammen, darüber spricht er sich nicht aus. Er giebt vielmehr (pg. 47—49 l. c.), neben wenigem selbst Beobachteten, hauptsächlich eine Kritik der in der Litteratur vorhandenen Ansichten und ist dabei, wie ich später zeigen werde, wenig glücklich gewesen.

Béla Haller (21), der sich von den neueren Autoren ziemlich eng an Solbrig, namentlich in betreff der Kernkörperfortsätze anschließt, teilt die Fortsätze der Ganglienzellen ein: 1) in Verbindungsfortsätze, d. h. Fortsätze, welche die Verbindung zwischen zwei Ganglienzellen herstellen; 2) Netzfortsätze, d. h. Fortsätze, die sich in dem Nervennetze im Zentralteile des Zentralnervensystems auflösen; 3) Stammfortsätze, d. h. solche, die sich als Faser in einen peripheren Nerven oder in eine Komissur direkt fortsetzen.

Buchholz (4) giebt in seiner leider unvollendet gebliebenen, schon vielfach von mir citierten Arbeit pg. 278 mit folgenden Worten seine Ansicht über den Verlauf der Fortsätze der Ganglienzellen kund: „Als allgemein gültig kann daher für alle diese „Ganglien von Limnäus und Planorbis, mit Ausnahme der kleinsten

„unipolaren Formen, behauptet werden, daß, welches auch die „äußere Form derselben sei, stets zum mindesten eine relativ breit bleibende und in die Nervenstämme eintretende Faser, neben einer großen Menge in das „feine Fasersystem der Nervenzentren übergehender feinster Fibrillen, aus denselben hervorgeht.“ Wenn ich die von mir durch gesperrte Schrift hervorgehobenen Worte richtig deute, so kennt also Buchholz an jeder Zelle, ausgenommen die kleinsten unipolaren, mindestens einen Stammfortsatz und eine Anzahl Markfortsätze. Das ist aber, für Acephalen wenigstens, unrichtig. Verbindungszweige zwischen den einzelnen Zellen leugnet er, ebenso wie Solbrig; davon nachher.

Was nun zunächst die Kernkörperfortsätze anlangt, die namentlich Béla Haller auffallend deutlich zeichnet, so kommen dieselben bei Acephalen nicht vor. Niemals während der ganzen Zeit, da ich mich mit dem Studium des Zentralnervensystems dieser Klasse der Mollusken beschäftigte, habe ich auch nur andeutungsweise ähnliche Bilder erhalten, wie sie Solbrig und Haller ihren Abhandlungen beifügen. Ich muß daher ihr Vorkommen bei Muscheln ebenso in Abrede stellen, wie das der Kernfortsätze. Darauf hin war also ein Einteilungsprinzip nicht zu gründen.

Die Haller'sche Einteilung ist für Acephalen richtiger, als die Solbrig'sche. Wenn ich trotzdem eine andere Bezeichnung wähle, nur seinen Terminus „Stammfortsatz“ beibehalte, anstatt „Netzfortsatz“ aber „Markfortsatz“, anstatt „Verbindungsfortsatz“ — „Protoplasmafortsatz“ sage, so hat das seinen Grund darin, daß ich erstens, wie später begründet werden soll, für die „Punktsubstanz“ den von Dietl (7) hierfür eingeführten Ausdruck „Marksubstanz“ annehme, und zweitens, weil die Verbindungsfortsätze Hallers entschieden den Protoplasmafortsätzen von Deiters homolog sind.

Die Zellen mit Stammfortsatz sind selten; es sind stets unipolare Zellen, und zwar solche, die mit keinem Nachbargebilde in Verbindung stehen und diesen einen Fortsatz ungeteilt zum peripheren Stamm senden.

Protoplasmafortsätze kommen der von mir aufgestellten Gruppe der pseudobipolaren, sämmtlichen multipolaren und den kleinsten unipolaren Zellen zu. Bei diesen letzteren ist der einzige Fortsatz überhaupt **nur** Protoplasmafortsatz, ihnen fehlt ein Mark- oder

Stammfortsatz vollständig. Dieselben sind keineswegs, wie H. Schultze (32) im allgemeinen von den Zellfortsätzen der Elatobranchier angiebt, zerbrechlich. Im Gegenteil erhalten sie durch dünnen Alkohol wie durch dünne Chromkalilösung einen hohen Grad von Elastizität, so daß sie häufig auf weit längere Strecken isoliert sind, als die Markfortsätze. Es rührt diese Erhaltung auf längere Strecken aber auch daher, daß die Protoplasmafortsätze oft viel größere Wege in der Zellrinde zu durchlaufen haben und auf diesem Wege keinerlei Hindernisse finden, während die Markfortsätze oft nur eine kurze Strecke zurückzulegen brauchen, ehe sie sich in der Marksubstanz auflösen. Die Protoplasmafortsätze sind meistens zart, varikös, geteilt, manchmal breit, wenn sich mehrere zu einem vereinigen, in dem sie dann vollständig aufgehen.

Die Markfortsätze kommen allen Zellen zu mit Ausnahme derjenigen, welche einen Stammfortsatz haben. Die geminipolen Zellen haben nur Markfortsätze. Diese Fortsätze sind von verschiedener Breite; die schmalsten sind aber stets breiter, als die breitesten Stamm- resp. Protoplasmafortsätze. Sie allein haben ausnahmslos fibrilläre Zeichnung, wenn dieselbe auch häufig durch das Reagens zerstört wird. Sie allein senken sich in die Marksubstanz ein, um hier das später noch zu beschreibende zentrale Nervennetz zu bilden. Keine Zelle hat zwei Markfortsätze, sondern immer nur einen, mögen einzelne Protoplasmafortsätze ihnen auch noch so ähneln (Fig. 43, 44, 48, 61). Denn diese zeigen eben nie fibrilläre Zeichnung, selbst dann nicht, wenn dieselbe auf den Markfortsätzen erhalten ist (Fig. 43 und 44).

Die oppositipolen Zellen sind diejenigen Gebilde, welche noch am ehesten als solche betrachtet werden könnten, welche zwei Markfortsätze haben. Der kürzere, stets zum Mark gehende, wie der längere aus der Zellrinde sich entwickelnde sind von ganz gleicher Beschaffenheit; auch beide fibrillär, wenn diese Andeutung des inneren Baues überhaupt vorhanden ist. Der lange, von der Peripherie des Organs kommende Fortsatz ist aber stets die Fortsetzung des Markfortsatzes einer anderen Zelle: und so bin ich geneigt, auch bei Evertebraten, wie bei Vertebraten (cfr. darüber meine Angaben im Arch. f. mikr. Anat. Bd. XXI), die oppositipolen Zellen als Nervenzellen sensu strictiori nicht anzuerkennen, sondern sie nur als kern- und protoplasmahaltige Interpolationen der Nervenfortsätze resp. -fasern zu erklären.

Ich komme nun zur Schilderung des Zusammenhanges der Ganglienzellen untereinander, wie derselbe sich darstellt in gelungenen Isolations- und Schnittpräparaten. Nicht gar so selten, wie man a priori zu meinen geneigt wäre, ist in Isolationspräparaten eine vollständige, unzweifelhafte Verbindung der nervösen Zellen zu beobachten. Es rührt dies daher, daß die Protoplasmafortsätze ebenso wie die Markfortsätze elastisch genug sind, um den Insult der Präpariernadel zu vertragen, vorausgesetzt, daß man den geeigneten Mazerationsgrad trifft, wofür allerdings bestimmte Vorschriften sich nicht geben lassen, da hierbei die verschiedensten äußeren Verhältnisse in Konkurrenz treten.

Auf Isolationspräparaten trifft man nun die Zellen in folgender Weise miteinander zusammenhängend an: 1) unipolare mit unipolaren, 2) unipolare mit oppositipolen, 3) geminipole mit oppositipolen, 4) oppositipole mit oppositipolen, 5) multipolare mit multipolaren und 6) multipolare mit Schaltzellen.

ad 1. In den meisten Fällen trifft man nur zwei unipolare Zellen miteinander vereint (Fig. 72, 73, 74, 75), sehr selten verbinden sich drei (Fig. 65). Dabei scheint es, als ob sich gleichviel unipolare Zellen mit schmalen und unipolare mit breiten Fortsätzen miteinander vereinigen. Niemals aber habe ich gefunden, daß sich unipolare mit schmalen Fortsätzen verbunden hätten mit unipolaren, welche breite Fortsätze entsandten. Die Vereinigung geschieht derartig, daß die Fortsätze der eng bei einander liegenden Zellen nach der Marksubstanz zu konvergieren und nach längerem oder kürzeren Verlauf miteinander zu einem bei schmalen Fortsätzen gleichbreiten, bei breiten zu einem nur um weniges umfangreicheren gemeinsamen Fortsatz verschmelzen. Das Bild, das ich in Fig. 75 wiedergegeben habe, wonach also der Fortsatz der einen Zelle in die Substanz der zweiten sich einsenkte und zwar an dem Pole, der dem Nervenabgang der letzteren entgegensetzt lag, bekam ich nur einmal zu Gesicht. Eine optische Täuschung glaube ich ausschließen zu dürfen. Ich verursachte nämlich einen sanften Flüssigkeitsstrom unter dem Deckglase; in diesem schwammen die Zellen fort, rollten sich um ihre Längsaxe, die obere flottierte bald nach rechts, bald nach links, riß aber nicht ab, resp. trennte sich nicht von der unteren, was doch unbedingt hätte geschehen müssen, wenn hier bloß eine zufällige Aneinanderlagerung und keine Verwachsung vorgelegen hätte.

Bei Zellen mit schmalen Fortsätzen, bei denen der Vereinigungsfortsatz wiederum schmal ist, sieht man ziemlich häufig diesen

nach einer relativ langen Strecke sich vielfach teilen, so daß sein Markende das Aussehen der Wurzel einer Pflanze erhält.

Bei Zellen mit breiten Fortsätzen, wo der Vereinigungsfortsatz wiederum ein breiter ist, habe ich eine solche Teilung offenbar infolge des Abreißens an dieser Stelle nie beobachten können. Indessen ist eine solche Zerteilung, selbst eines so langen Fortsatzes, wie in Fig. 73, nach den Ergebnissen der Schnittbilder zu urteilen, zweifellos. Der Vereinigungsfortsatz der in Fig. 73 abgebildeten Zelle ist darum merkwürdig, weil sich nach kurzem Verlauf ein bald zu einer feinsten Fibrille werdender Zweig abtrennte, dessen Teilung übrigens ebenfalls nicht beobachtet werden konnte.

ad 2. Die Vereinigung von unipolaren mit oppositipolen Zellen hat in der Regel so statt, daß der Fortsatz einer unipolaren sich mit dem einer oppositipolen Zelle verbindet (Fig. 69 a und b), selten verbinden sich zwei unipolare mit einer oppositipolen (Fig. 62). Im ersteren Falle ist das Verbindungsstück zwischen beiden Zellarten kurz und trägt den Charakter eines breiten, zuweilen angedeutet fibrillären Fortsatzes. Im zweiten Falle sind die Fortsätze der unipolaren Zellen schmal und lang; an ihrer Vereinigungsstelle habe ich einmal (Fig. 62) eine schwimmhautähnliche, wie ein interpoliertes Stück Protoplasma aussehende Verbreiterung gefunden. Teilungen des Markfortsatzes der oppositipolen Zellen habe ich auf Isolationspräparaten nicht gesehen, zweifle aber nicht an deren Vorhandensein.

ad 3. Geminipole mit oppositipolen Zellen. Ich habe eine solche Verbindung nur einmal zu Gesicht bekommen und sie in Fig. 64 wiedergegeben. Von einer geminipolen Zelle, deren beide Fortsätze eine Strecke weit verschmolzen waren, ging der eine als sehr feine Fibrille unter spitzem Winkel ab, um nacheinander zwei exquisit spindelförmige, oppositipole Zellen zu passieren.

ad 4. Die Verbindung oppositipoler Zellen untereinander erwähne ich nur der Vollständigkeit halber, da ich bei meiner Auffassung von der Bedeutung dieser Ganglienzellenart einen Wert darauf nicht lege. Das in Fig. 71 wiedergegebene Verhältnis trifft man ähnlich bei fast allen Tieren; so hat es Stannius (36) Taf. IV Fig. 12 des im Verzeichnis angeführten Werkes aus dem Ganglion Gasseri von Spinax acanthias abgebildet und ich selber aus dem Spinalganglion von Solea vulgaris auf Taf. XI. Fig. 2 meiner zweiten Arbeit über Spinalganglien (Arch. f. mikr. Anat. Bd. XXI).

ad 5. Die Verbindung multipolarer Zellen untereinander (Fig. 66, 67, 68) ist in der Regel eine Verbindung zweier sogenannter tripolarer oder Dreieckszellen. Dieselbe findet entweder so statt, daß die beiden Markfortsätze nach konvergierendem Verlauf sich vereinigen (Fig. 66), oder daß derjenige Fortsatz, welcher die Spitze der einen Dreieckszelle bildet, sich mit einem basalen Fortsatz der zweiten Dreieckszelle vereint. Dabei kann dieses Vereinigungsstück ein schmaler Fortsatz (Fig. 68) oder die einfache Fortsetzung des Protoplasmaleibes sein (Fig. 67), wo es unentschieden bleibt, wieviel Teil jede Zelle an dem Vereinigungsstück hat.

ad 6. Vereinigung multipolarer mit Schaltzellen. Sie findet sich entweder zwischen einer größeren multipolaren Zelle mit zwei Schaltzellen (Fig. 63), von denen die eine, wie aus der Figur ersichtlich, einen langen, sich erst in weiter Entfernung von der Zelle dendritisch verzweigenden Protoplasmafortsatz haben kann, während gleichzeitig die Verbindung mit den beiden Zellen durch einen anfänglich gemeinsamen, nach jeder Richtung hin als protoplasmatische Fortsetzung der großen Zelle sich dokumentierenden, langen Fortsatz stattfindet. Oder die Vereinigung betrifft eine kleine Zelle (Fig. 70), die anfänglich den Eindruck einer geminipolen macht, mit einer Schaltzelle.

Indessen zeigen die Isolationspräparate nur einen kleinen Teil der Arten und Weisen, nach welchen sich Zellen im Zentralnervensystem der Acephalen miteinander verbinden, und zwar bei weitem nicht die häufigsten derartigen Formen und diese nicht immer gut erhalten. Hier helfen solch feine Durchschnitte, und zwar Längsschnitte aus, wie ich einen teilweise in Fig. 83 abgebildet habe. Derselbe stammt von Tellina nitida Poli und war mit wässriger Eosinlösung tingiert. Bei y der genannten Figur ist ein Verhältnis abgebildet, wie man es am häufigsten trifft und wie es auch in dem aus dem Cerebralganglion von Mytilus edulis L. stammenden Bilde in Fig. 84 sich vorfindet. Man sieht hier (Fig. 83) nämlich 6 kleine unipolare Zellen zum Teil sich untereinander vereinigen, dann aber ihre Vereinigungs- oder ursprünglichen Fortsätze zu einer multipolaren Zelle gehen, die so gewissermaßen einen Sammelpunkt darstellt. Dieses Bild ist, wie gesagt, verschiedene nebensächliche Veränderungen ausgenommen, das häufigste, wie man es auch nach den Figuren 43, 49, 45, 48, 54, 61 a priori erwarten mußte. Ebenso häufig findet man das Verhältnis bei x Fig. 83, wo eine kleinste unipolare Zelle

ihren kurzen Protoplasmafortsatz in den Leib einer größeren unipolaren versenkt.

Doch ich will hiermit die Aufzählung der Thatsachen schließen. Bei der ungeheuren Variabilität dieser Erscheinungen in der Klasse nicht nur, sondern auch bei den Individuen der einzelnen Species würde es ein vergebliches Bemühen sein, alle die einzelnen hochinteressanten Fakta, die noch nicht erwähnt worden, zu beschreiben; auch dürfte ich die Geduld des Lesers dabei auf eine allzu harte Probe stellen. Ich glaube das, was ich angeführt, reicht vollständig aus, um zu einem Verständnis der Bedeutung resp. der Funktion der einzelnen Zellenarten zu gelangen.

Was zunächst die in der Litteratur niedergelegten Ansichten anlangt, soweit sie von Autoren herrühren, welche das Zentralnervensystem der Mollusken untersucht haben, so herrscht ein Zwiespalt, insofern die einen eine Verbindung von Ganglienzellen leugnen, die anderen das Vorkommen derselben als bewiesen hinstellen; und diesen letzteren schließe ich mich, wie klar ist, an. Die Anzahl der letzteren wächst mit der Anzahl derer, die sich mit dem Gehirn der Weichtiere histologisch beschäftigen. Am schärfsten gegen eine solche Vereinigung zweier oder mehrerer Ganglienzellen haben sich Buchholz (4) und Solbrig (34) erklärt. Der letztere Autor, der sich mit wenigen, aber, bei der sonstigen Haltung seiner Arbeit, ungewöhnlich heftigen Worten namentlich gegen Waldeyer (40) und Walter (41) wendet, sagt l. c. p. 49: „Ich habe niemals, weder auf Durchschnitten, noch an Zerzupfungs- „präparaten eine Verbindung zwischen einzelnen Ganglienzellen... „wahrgenommen." Daß er an Zerzupfungspräparaten diese Verbindungen nicht wahrgenommen, nimmt mich Wunder, da gerade der von ihm empfohlene verdünnte Alkohol mit die besten einschlägigen Bilder liefert. Weniger allerdings verwundert es mich, wenn er an Schnittpräparaten nichts hat finden können, denn wenn dieselben alle so waren, wie der auf seiner Tafel VII Fig. 1 teilweise abgebildete, so hat er die Methode keineswegs beherrscht.

Hans Schulze (32) hat nur einmal eine Andeutung einer Verbindung gesehen, Dietl (7) spricht sich hierüber gar nicht aus.

Am entschiedensten treten für eine Verbindung zwischen zwei und mehreren Ganglienzellen Waldeyer (40), der Isolationsbilder auf Taf. VIII Fig. 6 und 7 l. c. giebt, und Béla Haller (21) ein, der sie fast in jeder Figur zeichnet.

Böhmig (2) hat wenigstens die direkte Verbindung von bi- und multipolaren Zellen gesehen.

Ebenso entschieden, wie WALDEYER und HALLER drückt sich WALTER (41) aus. Er erwähnt die Verbindungen multipolarer Zellen untereinander, dann die Verbindung multipolarer mit großen und mit kleinen unipolaren Zellen und meint, daß die breiten Fortsätze der großen unipolaren Zellen zu den multipolaren, die Fortsätze dieser zu den kleinen unipolaren gingen und erst deren Fortsätze zu Nervenfasern würden. Ihrer Funktion nach sind die großen unipolaren Zellen vegatative oder sympathische, die kleinen unipolaren motorische, die kleinsten unipolaren sensitive und die multipolaren sind Zellen, welche die Reflextätigkeit vermitteln.

So nun liegen die Verhältnisse allerdings nicht, wie dies schon WALDEYER (40) l. c. p. 224 ausgesprochen hat. Denn einmal ist die Auffassung der großen unipolaren Zellen als sympathischer eine irrige, da sie hauptsächlich, wie oben schon erwähnt, den Muskelnerven zum Ursprung dienen, und dann ist die Bedeutung der multipolaren auch eine wesentlich andere.

Die ganz kleinen multipolaren Zellen, die keinen Mark- oder Stammfortsatz, sondern nur zahlreiche Protoplasmafortsätze besitzen, sind, wie ich sie schon weiter oben genannt habe, Schaltzellen. Sie finden sich ausschließlich in dem später noch zu beschreibenden zentralen Nervennetze, in welches sie eingeschaltet sind (Fig. 80 z), um es in seiner Funktion zu verstärken, und das sie mit ihren Fortsätzen bilden helfen.

Die mittleren und großen multipolaren Zellen, die eine große, wechselnde Zahl von Protoplasmafortsätzen und nur einen Markfortsatz haben, sind meiner Auffassung nach als Sammelzellen zu betrachten. Von den verschiedensten Seiten her treten an sie die Protoplasma- oder schmalen Markfortsätze heran. Dieselben werden in ihrem Protoplasmaleibe vereinigt, umgelagert in einer Weise, welche sich der direkten Beobachtung entzieht, die aber doch im höchsten Grade wahrscheinlich ist. Die so vereinigten und umgelagerten Ausläufer kleinerer und mittelgroßer unipolarer Zellen gehen dann in den gemeinsamen Fortsatz, den ausnahmslos fibrillär gestreiften Markfortsatz über, um sich in das Netz der Marksubstanz einzusenken. Weil nun so diese multipolaren Gebilde gewissermaßen die Zentralstelle, oder richtiger den Sammelpunkt für eine mehr oder weniger große Zahl anders geformter und gearteter zentraler Nervenzellen sind, von welchen aus sie stets zentralwärts gelegen sind, so verdienen sie den Namen Sammelzellen, glaube ich, mit Recht.

Es wird diese meine Auffassung auch noch durch die topo-

graphische Anordnung unterstützt. Die Zellen bilden stets die mehr oder minder mächtige mehrfache Rindenschicht eines Ganglion; von ihnen zentralwärts liegt die Marksubstanz. In der Rinde nun nehmen die unipolaren Zellen (große, mittlere, kleine und kleinste), ausschließlich in der äußersten Schicht Platz, d. h. in dieser Schicht findet man nur unipolare Zellen. In den darauf folgenden Schichten finden sich alle drei Hauptarten von Zellen promiscue durcheinander. Die multipolaren Zellen sind hauptsächlich in den der Marksubstanz zunächst gelegenen Schichten anzutreffen. Sie nehmen also die von den peripher gelegenen zentralwärts strebenden Zellfortsätze zum Teil in sich auf. Wenn aber Dietl (7) im Anschlusse an Haeckel (20) p. 89—90 l. c. sagt: „Aus alledem geht hervor, daß nach meinen Anschauungen „den Evertebraten der Typus der multipolaren Zelle in dem Sinne, „wie er den Wirbeltieren zukommt, abgehe," so kann ich dem nicht zustimmen. Der Markfortsatz oder Hauptfortsatz der multipolaren Ganglienzellen der Acephalen ist meiner Auffassung nach das Homologon des Deiters'schen Fortsatzes der polyklonen Ganglienzellen im Vorderhorn des Rückenmarkes der Vertebraten. Dabei ist es morphologisch, glaube ich, durchaus nebensächlich, ob, wie bei dem Axencylinderfortsatz der Wirbeltiere, ein direkter Übergang, oder, wie bei dem Markfortsatz der Acephalen, ein indirekter Übergang zur Peripherie durch Vermittlung eines interpolierten Netzes stattfindet.

Die unipolaren, geminipolen und pseudobipolaren Zellen sind somit die einzigen, von denen aus eine nervöse Erregung ausgehen, resp. in denen sie allein perzipiert werden kann, während die multipolaren Sammelorte für diese Reize sind, die oppositipolen nur als Faseranschwellungen betrachtet werden können.

Bevor ich mich zur Besprechung der Marksubstanz wende, will ich noch folgender Erscheinung Erwähnung thun:

In den Cebralganglien von Unio pictorum und Anodonta anatina, aber auch nur hier, fand ich in Isolationspräparaten hin und wieder eigentümliche Gebilde (Fig. 79), die ich als geschwänzte Kerne bezeichnen möchte. Dieselben hatten an ungefärbten Präparaten ein dunkles Aussehen, waren bei Anodonta eiförmig (Fig. 79 a) oder kugelrund (b), bei Unio exquisit spindelförmig (c, d). Die zu beiden Seiten vorhandenen Schwänze waren

entweder ungeteilt (a und c), oder dichotomisch verzweigt (b), oder endlich es legten sich die ungeteilten Schwänze zweier Gebilde eng aneinander und verschmolzen so (d). Welche Bedeutung diese Gebilde haben, in welcher Beziehung sie zu den Zellen oder Fasern, oder zu beiden stehen, weiß ich nicht zu sagen. Eine Verwechselung mit den geschwänzten Kernen des Neurilemm war absolut auszuschließen, da dieses vor der Isolation entfernt worden war.

Kapitel III.

Die Marksubstanz (Dietl).

Das Gebilde, an dessen Beschreibung ich jetzt gehe, hat seit langer Zeit die Aufmerksamkeit aller Forscher in Anspruch genommen, ohne daß man bisher zu einem vollen Verständnis desselben gelangt war. Ein solches Verständnis ist erst in neuester Zeit durch die Arbeiten von Belloncı (1) und Béla Haller (21) angebahnt worden.

Leydig war es wohl zuerst, der es in seinen überaus zahlreichen Arbeiten über das zentrale Nervensystem der verschiedensten wirbellosen Tiere genauer beschrieb und mit dem indifferenten Namen der zentralen Punktmasse belegte. In seinem „Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Tiere“ (28) giebt er an, dass die Ganglienzellen in die Punktmasse eingebettet seien, und daß sie bei Unio, Anodonta, Paludina noch glänzende, gelb gefärbte Körnchen enthalte. In der Abhandlung über das Nervensystem der Annelliden (29) schildert er die Verhältnisse so, daß den Kern des nervösen Zentralorganes die feine Punktmasse bilde, um welche rindenförmig die Ganglienzellen gelagert sind. Die Fasern lösen sich in der Punktmasse in feinste Fibrillen auf, die viel feiner sind als die Primitivfasern der peripheren Nerven. In einer ferneren Arbeit (30) über „Anatomie und Physiologie der Lungenschnecken“ erklärt er, daß die Punktmasse zum Teil eine fibrilläre Anordnung hat, zum Teil aus netzförmig gestrickten Fasern, aus einem Gewirr feinster Fäserchen besteht. Mehrfach hat sich ihm eine netzförmige Anordnung in der Punktsubstanz gezeigt.

Nach Waldeyer (40) ist die Punktmasse ein Gewirr feinster Fäden, die teils aus der Teilung der unipolaren Zellfortsätze ent-

standen sind, teils von den kleinsten Zellen herrühren. Zwischen diesen Fäden sind überall die kleinsten Zellformen eingebettet.

Buchholz (4), der einmal die Punktmasse als „granulöses Wesen“ bezeichnet, sagt über den feineren Bau derselben, daß sie aus Nervenfasern, die größtenteils Zellfortsätze sind, ferner aus Fasern feinsten Kalibers, die netzförmig miteinander verbunden sind und hier und da etwas granulöses Gewebe zwischen sich haben, zusammengesetzt sei.

Solbrig (54) hat den feineren Bau der Punktsubstanz nicht erkannt; das ist mir unzweifelhaft. Er sagt l. c. Kap. V p. 47, um den indirekten Faserübergang in die Peripherie nachzuweisen, wörtlich folgendes:

„Zerzupft man . . . . . . ein für diesen Zweck maceriertes „Ganglion, so findet sich zwischen den einzelnen Zellen und deren „Fortsätzen eine feine, körnige Masse, die besonders gegen das „Zentrum des Ganglion hin in größerer Menge angehäuft ist. Es „bildet dieselbe, wenn man nicht passende Reagentien, für welchen „Zweck ich besonders den $^1/_5$ $^0/_0$ Alkohol empfehlen kann,[1]) an- „wendet, ein fast unentwirrbares Ganzes. Ist es aber gelungen, „mit Hilfe dieser Methode dasselbe so fein als möglich zu zer- „zupfen, so schwindet mit dem Grade der Durchsichtigkeit des „Präparates auch das Dunkel, das über demselben schwebte. Es „zeigt sich, daß diese granulöse Masse durchzogen ist „von einem merkwürdig feinen Fasersystem, dessen „Fibrillen an dem Rande des Präparates oft auf „weite Streken hin isoliert verfolgt werden können, „und die etc.“

Ich babe diese Stelle vollständig angeführt, um zu zeigen, daß Solbrig thatsächlich den Bau der Marksubstanz nicht verstanden hat. Denn weder beschreibt er das Fasersystem näher, noch giebt er an, was zwischen den einzelnen Fasern liegt, noch endlich ist seine Fig. 1 auf Faf. VI, die hierher gehört, so gehalten, wie sie bei voller Erkenntnis der Sache gehalten sein müßte.

Auch Dietl (7), der zuerst die Bezeichnung „Marksubstanz“ für diesen Teil des Nervensystems der Wirbellosen an Stelle des

---

1) Solbrig bezeichnet konstant seine Mischung als $^1/_5$ $^0/_0$ Alkohol. Das ist aber durchaus irrig; in 6 Teilen Flüssigkeit ist 1 Teil Alkohol und 5 Teile Wasser; die von mir vorgeschlagene Benennung als $^1/_6$ Alkohol ist daher richtiger.

indifferenten LEYDIG'schen Wortes gebraucht hat, welche Bezeichnung ich für allein richtig halte, hat doch den feineren Bau dieses Gebildes nicht klar erkannt. Die Marksubstanz besteht in letzter Instanz nach ihm aus Fasern von überaus verschiedener Anordnung, aber dem gemeinsamen Charakteristikum, daß diese Fasern durch zahlreiche Anastomosen ein unentwirrbares Netzwerk darstellen. Die Fäden dieses Netzwerkes sind von verschiedenem Kaliber, die Maschen haben zuweilen eine bestimmte Verlaufsrichtung. An anderen Stellen, besonders an den Sinnesanschwellungen der Cephalopoden, wird das Maschenwerk außerordentlich fein, an wiederum anderen Stellen wird es lockerer.

Aber aus dieser kurz skizzierten Beschreibung erhellt noch nicht die Berechtigung DIETLS, die „Punktmasse" LEYDIGS in „Markmasse" umzutaufen. Meiner Ansicht nach darf man in der Lehre vom Nervensystem den Terminus „Mark" nur da anwenden, wo wirklich Mark, Nervenmark, oder eine markähnliche Substanz vorhanden ist. Den Nachweis einer solchen Substanz, den ich nachher führen werde, ist aber DIETL schuldig geblieben.

BÖHMIG (2) nennt die Marksubstanz „im Anschluß an viele Autoren einen Filz feinster Fasern und Fibrillen" (l. c. pag. 10), scheint aber, da er nicht viel mehr darüber aussagt, die Struktur nicht erkannt zu haben.

Am klarsten drückt sich aus und am tiefsten in das Verständnis unseres Gebildes eingedrungen ist BÉLA HALLER (21) in seiner trefflichen Arbeit über marine Rhipidoglossen, II. Studie. Er nennt das uns beschäftigende Gebilde „zentrales Nervennetz". Diesen Ausdruck hat BELLONCI (1) schon vor ihm zur Bezeichnung eines ganz ähnlichen Netzes im Gehirn der Fische gebraucht; offenbar ist dessen Arbeit aber HALLER's Aufmerksamkeit entgangen, sonst würde er sie jedenfalls erwähnt haben.

HALLER (21) nun beschreibt mit folgenden Worten das Nervennetz pag. 358 l. c.: „wie wir schon erörtert haben, „sind zum größten Teile die Fortsätze der Ganglienzellen solche, „die, nachdem sie aus der Zelle traten, entweder sofort oder nach „längerem, oft sehr langem Verlaufe sich in ihre Endäste auflösen. „Diese Endverzweigungen sind von der subtilsten Art. Aus den „Nachbarzellen vereinigen sich die Endäste mit gleichfalls ver„zweigten Fortsätzen zu einem mit polyedrischen Maschen ausge„statteten Netze".

Ferner pag. 359: „Da die Ganglienzellenschicht innerhalb „des Zentralnervensystems eine kortikale Lagerung einnimmt, findet

„sich das Nervennetz naturgemäß als Kernsubstanz vor, weshalb „ich es zentrales Nervennetz nannte.“

Er schließt seine Betrachtungen über diesen Gegenstand mit den Worten pag. 361: „Demnach findet sich im Kernteile des „Zentralnervensystems der Rhipidoglossen weder sogen. Punktsub- „stanz, noch die bei den Vertebraten vorkommende Virchow'sche „Neuroglia vor, sondern das Ganze wird von einem subtilen Ner- „vennetze ausgefüllt, dessen Ursprung die Ganglienzellen sind“.

Mit einigen später zu besprechenden Erweiterungen schließe ich mich dieser Auffassung vom Bau der Marksubstanz an.

Bei Wirbeltieren scheint ein ähnliches Netz vorzukommen, wie man aus Gerlachs Angaben im Stricker'schen Handbuche schließen muß und wie namentlich aus der bereits erwähnten Arbeit von Bellonci (1) über das Tectum opticum der Knochenfische klar hervorgeht. Der letztere Forscher schildert ein im ganzen Tectum opticum verbreitetes feines Nervennetz, dessen Maschen von so feinen Fäden hergestellt werden, daß sie bloß bei den stärksten Vergrößerungen (1000:1) und nach längerer „praktischer Übung im Studium der nervösen Gewebe“ erkannt werden können. Gleich Haller hat auch Bellonci das Netz durch Osmiumhärtung dargestellt; die Abbildung, die er auf Taf. II Fig. 1 l. c. giebt, zeigt das Netz etwas anders geartet, wie das von Haller für die Rhipidoglossen beschriebene, und mehr dem gleichend, wie ich es bei Acephalen gesehen habe.

Endlich haben Stricker und Unger (37) aus der Großhirnrinde von Wirbeltieren ein Netz beschrieben, das sie als bindegewebiger Natur auffassen. Mit diesem Netzwerk der Bindesubstanz sollen die Ausläufer der Ganglienzellen in kontinuierlicher Verbindung stehen. Ausserdem kommen Übergangsformen von den Zellen der Bindesubstanz zu den Ganglienzellen vor.

Wenn das wirklich so ist, wie Stricker und Unger angeben, dann ist das von ihnen beschriebene Netz mit dem von Bellonci und Haller beschriebenen und von mir noch zu beschreibenden keineswegs identisch.

Aus dieser gedrängten Übersicht geht hervor, daß nur Haller die feinere Struktur der Marksubstanz erkannt hat, Dietl dieselbe zu ahnen schien, während alle übrigen Autoren sich mit Bemerkungen wie „Filz feinster Fasern“, „Gewirr feiner Fäserchen“ etc. abfinden.

Ich gehe zur Beschreibung dessen über, was ich selber gefunden habe.

Wenn man ein Zupfpräparat, das von einem in dünnem Alkohol oder in Chromkalilösung mazerierten, mit Karmin, einer Anilinfarbe oder mit Gold behandelten Ganglion angefertigt und in reinem Glycerin aufbewahrt war, sich etwa 8—14 Tage nach seiner Fertigstellung wieder einmal ansieht, so findet man, daß der Marksubstanz zahlreiche, außerordentlich verschiedenartig geformte Bildungen ankleben. Die isolierten Zellen resp. Zellgruppen sind frei davon; nur an denjenigen Ganglienzellen finden sie sich, wenn auch nicht so reichlich wie an der Marksubstanz, vor, die mit dieser im Zusammenhang geblieben sind. Diese Bildungen sind entweder kugelrunde Tropfen oder Ringe, manchmal haben sie Flaschen- oder Sanduhrform, oder sind kolbige oder retortenförmig gestaltete Massen; manche haben ein ganz undefinierbares Aussehen. Sie sind entweder einfach oder doppelt konturiert; der doppelte Kontur, der hin und wieder konzentrische Schichtung zeigt, ist stets stärker lichtbrechend, als der Inhalt der Bildungen, von leicht grünlichem Glanze; die Innenmasse ist homogen oder enthält dunkle Körperchen und hat ein mattglänzendes Aussehen. Kurz wir haben es hier mit den Myelinformen zu thun, die von der markhaltigen Nervenfaser der Wirbeltiere her jedem Mikroskopiker zur Genüge bekannt sind. Dieselben sind stets ungefärbt, mag man einen Farbstoff angewendet haben, welchen man will. Auch in Präparaten, die mit Überosmiumsäure behandelt waren, finden sie sich vor und sind hier ungefärbt, während die Fäserchen des Netzes leicht gebräunt sind, der Inhalt der Maschen wie versengt aussieht. Daß die Myelinformen mit Osmium sich nicht färben, habe ich vor Jahren, als ich unter der Leitung meines verstorbenen Lehrers Karl Sachs die Ranvier'schen Einschnürungen und Lantermann'schen Einkerbungen studierte (cfr. Archiv von His und Braune 1879), konstatieren können. Aus den markhaltigen, durch Osmium geschwärzten Nerven, wenn sie in Glycerin aufbewahrt werden, treten nämlich die bekannten Myelinformen aus und haben ein ganz hyalines Aussehen.

Zerzupft man ein Ganglion in einer sogenannten indifferenten Flüssigkeit und setzt dann seitlich irgend eines der Reagentien zu, die auf das Nervensystem verflüssigend wirken (Kalilauge, kaustisches Ammoniak, Aq. dest. etc.), so sieht man zunächst, daß in den sich auflösenden Massen die zerstörten Zellen schneller

fließen, als der Inhalt der Marksubstanz. Dieser tritt aus den Rißenden der einzelnen Stücke in langen feinen Fäden heraus, die eine visköse Beschaffenheit zu haben scheinen. Dieselben ziehen sich ziemlich lang aus, spalten sich dann an der Spitze, die Spaltfäden biegen sich, indem sie sich von einander entfernen, nach außen um, vereinigen sich dann wieder und bilden so einen mit Flüssigkeit erfüllten Raum, der sich endlich abschnürt und als Myelintropfen im Präparate umherschwimmt. Dieser Vorgang findet konstant statt, mag das Endresultat ein einfacher Tropfen oder ein abenteuerlich aussehendes Gebilde sein. Am besten kann man diese Verhältnisse studieren nach seitlichem Zusatz von verdünntem liq. ammon. caust. Ist nun der Inhalt des Stückes Marksubstanz, das man gerade beobachtet, vollständig ausgetreten, wozu mitunter Stunden erforderlich sind, so bleibt ein Rest zurück, der eine netzartige Struktur hat. Dieses Netz unterscheidet sich von dem, welches die ausgelaugte Zelle zurückläßt, durch seine bedeutend weiteren Maschen und gleicht ihm darin, daß es auf keinen Farbstoff mehr reagiert.

Überhaupt nimmt die Marksubstanz Färbemittel sehr schwer an; Osmium in dünnen Lösungen giebt ihr ein hyalines, in stärkeren ein versengtes Aussehen und färbt nur bräunlich die hie und da zerstreut vorkommenden Fetttröpfchen oder richtiger Fettpünktchen.

Das Vorkommen von Myelin im Zentralnervensystem von Mollusken und die Art und Weise, wie es sich selber sichtbar macht, ist aber allen Beobachtern bisher vollständig entgangen. Nur Jobert (25) beschreibt seine Existenz bei den Fühlernerven (?) und dem Fühlerganglion der Heliciden und sagt in seinen Schlußfolgerungen: „I°. Chez les hélicines les nerfs sont pourvu de „myeline, ce même fait peut-être constaté chez les . . . . acé„phales de nos côtes, qu'il nous a été donné d'observer (Mytilus, „Pecten, Cardium etc.)" Dieser Beobachtung gedenkt nur Flemming (11) in seinen gegen Huguenin gerichteten Bemerkungen; an die Richtigkeit derselben schien er nicht zu glauben. Daß die Jobert'schen Angaben so ganz und gar nicht beobachtet worden sind, liegt wohl hauptsächlich daran, daß die Abbildungen, die er seiner citierten Arbeit beigegeben, recht unvollkommen sind, soweit sie die Histologie des Helicidenfühlers betreffen, und recht unnötig, soweit sie die Myelinformen darstellen. Indessen richtig war das, was Jobert gesehen, und ihm gebührt daher jedenfalls die Priorität.

Rudolf Virchow (39) stellt in seiner Cellularpathologie für die Art und Weise, wie Myelin in die Erscheinung tritt, zwei Modalitäten auf, je nachdem man es mit Nervenfasern oder mit zellenreichen Geweben zu thun hat, und zwar sagt er (pg. 277): „Nur die Nervenfaser hat die Eigentümlichkeit, daß die Substanz „als solche sich abscheidet, während sie in allen anderen zelligen „Teilen in einer fein verteilten Weise im Inneren der Elemente „enthalten ist und erst bei chemischen Einwirkungen aus dem- „selben frei wird.“ Hier haben wir es also mit der ersten Modalität zu thun, da zellige Elemente in der Marksubstanz der Ganglien der Acephalen nicht vorkommen, von den bei dieser Frage nicht zu berücksichtigenden Schaltzellen abgesehen, und ferner, weil besondere chemische Einwirkungen und Operationen nicht vonnöten sind, um das Myelin sichtbar zu machen, vielmehr eine mehr mechanische, möchte ich fast sagen, Behandlungsweise ausreicht.

Es kommt also im Zentralnervensystem der Acephalen, wenn auch nicht das Nervenmark der Wirbeltiere selber (dagegen spricht die mangelhafte Wirkung des für Nervenmark souveränen Reagens, der Überosmiumsäure), so doch eine nervenmarkähnliche Substanz vor, welche unter gewissen Bedingungen die charakteristischen Erscheinungen des Myelin darbietet. Dieses Vorkommen einer markartigen Substanz aber berechtigt zu der Bezeichnung des Gebildes, die Dietl vorgeschlagen und die ich adoptiert habe.

Das zentrale Nervennetz (Bellonci - Haller), zu dessen Beschreibung ich jetzt übergehe, ist am besten auf Längsschnitten zu studieren, die mit sehr dünnen Karminlösungen (cfr. Kap. I) tingiert sind. Es stellt sich dar (Fig. 80) als ein Netz, dessen Maschen von verschiedener Gestalt sind, dreieckig, viereckig und vieleckig. Die Fäden dieser Maschen sind außerordentlich zart und zeigen an den Stellen, wo sie sich kreuzen resp. verflechten, knötchenförmige Verdickungen, die im mikroskopischen Bilde als dunkle Punkte erscheinen (Fig. 80 und 83). Diese Punkte sind nicht der optische Ausdruck für die Übereinanderlagerung oder Durchflechtung der Fäden, sondern sind wirkliche Verdickungen, wie dies an Isolationspräparaten klar wird (Fig. 76 a), in denen unter günstigen Umständen Reste dieses Netzes erhalten sind. Hier sieht man oft die einzelnen Fädchen ausgerissen aus dem Maschenwerk und diese sind dann stets mit punktförmigen Varikositäten besetzt. Haller (21) zeichnet diese Varikositäten nir-

gends, Bellonci (1) dagegen giebt eine ebensolche Abbildung, wie ich. Gebildet wird das Netz durch die Fortsätze der Ganglienzellen und zwar der in der Rinde gelegenen, wie der Schaltzellen (Fig. 80 *z*). Die in die Marksubstanz eintretenden Fortsätze der Zellen teilen sich alle in der Weise, wie dies in Kap. II. beschrieben wurde, in feinste Fibrillen. Diese vereinigen sich mit den gleichen Teilprodukten der Fortsätze benachbarter Zellen unter verschiedenen Winkeln. Von diesen Vereinigungsstellen gehen wieder Fortsätze aus und so entsteht das zierliche Netz, welches der Marksubstanz ihr charakteristisches Aussehen verleiht.

(In der Fig. 83 habe ich die ersten Teilungsprodukte der Zellfortsätze der Deutlichkeit wegen stärker hervorgehoben, als die übrigen Netzfäden; es entspricht dies aber der Wirklichkeit nicht.)

Die Bedeutung der Schaltzellen für die Netzbildung ist nur an Isolationspräparaten zu erkennen (z. B. Fig. 63), während an Schnittpräparaten (Fig. 80. z.) diese Zellen fast den Eindruck apolarer, in das Netz eingeschalteter Gebilde erwecken.

Eine bestimmte Verlaufsrichtung, etwa den durchziehenden Faserbündeln entsprechend, haben die Maschen nicht; nur im Visceralganglion von Pecten Jacobaeus ist das anders, wie im Kap. VI. näher beschrieben werden soll.

Der dritte Bestandteil der Marksubstanz sind feine Fibrillen (Fig. 76 b.) Dieselben sehen an den Rißenden des Isolationspräparates heraus, sind oft auf weite Strecken isoliert und stets varikös. Sie sind außerordentlich schmal, aber nicht schmaler als die peripheren Fibrillen und nehmen immer nur einen schwachen Farbenton an, welches auch das färbende Reagens gewesen sein mag.

Sie stellen stets das Produkt des zentralen Netzes dar, aus dem sie sich, wie es mir manchmal erschienen, durch Verschmelzung von 2 oder höchstens 3 Netzfibrillen entwickeln. Diese Entwicklung hat aber nicht erst am Abgang der peripheren Stämme statt, sondern tritt schon in der Marksubstanz selber ein. Das Netz ist daher keineswegs geschlossen, sondern durch die auf Längsschnitten deutlich sichtbaren Fasern, die bündelweise zusammengefaßt sind, unterbrochen. Die Fasern selber treten durch die Maschen des Netzes hindurch, um von ihrem Bildungsort zur Peripherie zu gelangen und werden wohl durch die markähnliche Substanz von den Fibrillen des Netzes isoliert. Sie gehen in den peripheren Stamm über, der somit nur wenige

direkte Zellfortsätze enthält (die Stammfortsätze), in seiner Hauptmasse vielmehr aus den Produkten des zentralen Nervennetzes besteht.

Die Marksubstanz enthält weiter keine Gebilde; vor allen Dingen ist zu betonen, daß bindegewebige Elemente in ihr nicht vorhanden sind. Vielmehr besteht sie aus einem äußerst zierlichen Netze, das von den Fortsätzen der Ganglienzellen gebildet wird, und enthält einen nervenmarkähnlichen Stoff, der vielleicht in den Maschen des Netzes in festweichem Aggregatzustande suspendiert ist. **Die Marksubstanz im Zentralnervensystem der Acephalen ist somit als Homologon der weifsen Substanz im Gehirn der Vertebraten zu betrachten,** während die Zellrinde der grauen Rinde homolog ist.

Kapitel IV.

Die peripheren Nervenstämme.

Während die Nervenstämme der anderen Mollusken nach den Angaben von Leydig (28, 30), Buchholz (4), Walter (41), Waldeyer (40), Solbrig (34), Boehmig (2) u. a. aus den sogenannten sekundären Fibrillenbündeln bestehen, kommt bei den Acephalen nur die von Waldeyer (40) mit Recht als der morphologisch unvollkommnere Typus bezeichnete Anordnung vor, daß die aus einer Ganglienabteilung austretenden Fasern in ein einziges großes Bündel „Axenfibrillen" zusammengefaßt sind. Platte, bandartige Fasern oder runde, cylindrische Stränge finden sich niemals vor, nur parallel verlaufende, mitunter variköse Fäden. Dieselben sind in einer neurilemmatischen Hülle eingebettet, welche von der inneren Hülle des Ganglion stammt und zahlreiche Kerne enthält. Diese Kerne sind längs oval (Fig. 81), durch Gold dunkelrot gefärbt, doppelt geschwänzt. Sie enthalten dunkle Körnungen, 3—7, die in einer Reihe hintereinander angeordnet sind. Sie variieren ziemlich beträchtlich in ihrem Längsdurchmesser, während der Breitendurchmesser sich gleich bleibt.

Im Inneren des Stammes, zwischen den Fibrillen, liegt eine Art Kerne, die von den neurilemmatischen verschieden ist. Diese sind kreisrund, blaßrosa durch Gold tingiert, haben meistens ein

deutliches, dunkles Kernkörperchen, sonst aber durchaus homogenen Inhalt. Wo der Nucleolus, um den herum eine kreisrunde hellere Zone sich findet, nicht deutlich sichtbar ist, da wird er von den darüberhinziehenden Fibrillen verdeckt. Peripher und zentral finden sich zuweilen dunkle Körnungen, die eine zusammenhängende Reihe bilden, in welcher der am meisten zentralwärts gelegene Kern der kleinste ist, der am meisten peripher gelegene der größte, und die so angeordnet sind, daß eine gleiche Anzahl am zentralen und peripheren Pole liegt. Diese letzteren sind die größten (Fig. 81). Hin und wieder finden sich auch einzelne Körnungen zerstreut vor. Außerdem sind in den peripheren Stämmen noch kleine, sehr intensiv gefärbte, oppositipole Zellen mit großem Kern und dunklem Kernkörperchen eingeschaltet, die mitunter mit zwei Fibrillen zentralwärts in Verbindung stehen. Chatin (6) giebt an, daß die Nerven der Unioniden ein axiales Fibrillenbündel sind, das von einem Mantel fein granulierten Protoplasmas umgeben ist. Dies kann ich leider nicht bestätigen. Nach meinen Beobachtungen sind die einzelnen Axenfibrillen voneinander durch eine homogene Zwischenmasse getrennt und damit funktionell isoliert, die keine Myelinformen bildet, und in der auch niemals Pigment zu sehen ist, wie ich im Gegensatze zu Chatin (6) und Vignal (38) hervorheben muß. Auch der komplizierte Bau der Nervenhülle, wie ihn Boehmig (2) bei den Pulmonaten beschreibt, kommt den Acephalen nicht zu. Hier sind die Nervenfasern einfach ein primäres Bündel von Axenfibrillen.

Kapitel V.

Die Hüllen der Ganglien.

Die zentralen Apparate des Nervensystems der Acephalen werden bei allen von mir untersuchten Arten von zwei Hüllen umschlossen, einer äußeren und einer inneren.

Die innere Hülle, die nur bei Pecten Fortsätze zwischen die einzelnen Zellen sendet, liegt dem Ganglion fest an. Sie ist eine aus mehreren Lamellen, die eine feinere Struktur nicht erkennen lassen, bestehende Membran, die auf Schnitten sich nicht selten infolge des Zuges der Messerklinge auf weite Strecken ab-

gehoben hat. Sie begleitet die abgehenden peripheren Stämme und nimmt hier das im vorigen Kapitel charakterisierte Aussehen an. In den Pedalganglien überzieht sie die verborgene Kommissur und wird bei den Unioniden zufolge der hier zahlreich vorhandenen Verbindungsstränge zum Durchtritt dieser letzteren siebförmig durchlöchert.

Die äußere Hülle, die den Ganglien nur lose anliegt, erreicht am Visceralganglion ihre höchste Ausbildung. Sie besteht aus feinen Bündeln längsgerichteter Bindegewebsfibrillen, welche miteinander in der verschiedensten Art durch zarte, bindegewebige Stränge verbunden sind. So entsteht ein sehr weitmaschiges Netz, in dem protoplasmareiche, membranlose, nur einen Kern enthaltende Zellen liegen; und zwar finden sich in einer Masche häufig mehrere dieser Zellen vor (Fig. 82). Dieselben sind auf Schnittpräparaten meistens in einer Ecke einer Masche anzutreffen, offenbar weil sie durch die zur Konservierung angewandten Reagentien geschrumpft sind. Man kann im allgemeinen nach den Ergebnissen der Tinktion zwei Formen unterscheiden: Zellen, die sich intensiv färben, und Zellen von mehr schleimiger Beschaffenheit, welche den Farbstoff nur wenig oder gar nicht angenommen haben.

Nur bei Mytilus edulis liegt diese Hülle dem Ganglion eng an und ihre innerste Schicht erhält durch die Ganglienzellen tellerförmige Vertiefungen. In diesen Vertiefungen kleben die Zellen ziemlich fest an und werden mit der Hülle bisweilen abgerissen, wenn das Ganglion durch die Nadeln zerzupft wird. Es erhält dann den Anschein, als ob die am meisten kortikal sich findenden Zellen eine Membran haben, und kann zu Täuschungen in dieser Hinsicht Veranlassung geben, wie denn auch Hans Schultze (32) in eine solche Täuschung verfallen ist.

Bei den Unioniden sind in den Maschenräumen der äußeren Hülle des Visceralganglion amorphe Partikel von wahrscheinlich phosphorsaurem Kalk abgelagert. Die Hülle erhält dadurch bei auffallendem Lichte weißes, bei durchfallendem braunschwarzes Aussehen. Beobachtet man die äußere Hülle in Wasser und setzt seitlich verdünnte Oxalsäure hinzu, so schießen augenblicklich am Rande des Präparates, ohne daß ein Aufbrausen des Kalkes wahrzunehmen ist, Krystalle von oxalsaurem Kalk in Form von sechsseitigen Doppelpyramiden an, die bald einzeln, bald haufenweise liegen. Je weiter das Reagens in das Innere dringt, desto massenhafter werden die Krystalle. Gleichzeitig verbreitet sich vom Präparat aus ein angenehmer, säuerlicher, er-

frischender Geruch. Setzt man nun auf der anderen Seite konzentrierte H_2SO_4 hinzu und saugt mittels Fließpapiers die Oxalsäure ab, so findet augenblicklich, ohne Übergang, eine Umkrystallisierung statt, dergestalt, daß jetzt an Stelle der Krystalle des oxalsauren Kalkes nadel- oder plattenförmige, zu Büscheln oder Kugeln gruppierte Krystalle des schwefelsauren Kalkes überall mit Blitzesschnelle anschießen. Diese Krystalle verändern sich nicht mehr, auch wenn jetzt wieder Oxalsäure zugesetzt würde. Ebensowenig entfaltet letztere Flüssigkeit eine Wirkung, wenn die Ganglionhülle von Anfang an mit H_2SO_4 behandelt worden war.

Kapitel VI.

Die Topographie der Ganglien.

Da die Cerebral-, Pedal- und vor allem das Visceralganglion von Pecten Jacobaeus in ihrem inneren Aufbau Verhältnisse darbieten, die wesentlich verschieden sind von denen aller übrigen Muscheln, so will ich dieselben erst dann schildern, wenn ich die topographische Anordnung bei allen übrigen Arten beschrieben habe.

Gemeinsam allen Acephalen, wie schon früher hervorgehoben, und wie die Beobachter aller übrigen Klassen der Mollusken gleichfalls angeben, ist die Anordnung, daß die Zellen der einzelnen Ganglien in einer stets mehrfachen Rindenschicht die im Kern der Organe gelegene Marksubstanz umhüllen. Sie bilden einen Mantel um das Mark, der nur durch die aus letzterem hervorgehenden Nervenstämme unterbrochen wird.

Zwischen den Zellen findet sich, Pecten ausgenommen, nie eine bindegewebige Masse, die etwa als Homologon oder Analogon der Neuroglia im Zentralnervensystem oder des, wie ich es in meinen Arbeiten über die Spinalganglien genannt, perizellulären Gewebes im peripheren Gangliennervensystem der Vertebraten betrachtet werden könnte. Hierin befinde ich mich in voller Übereinstimmung mit Béla Haller (21), der für Rhipidoglossen das gleiche Verhältnis konstatieren konnte.

Auf diese rein kortikale Lagerung ist es auch zurückzuführen, daß niemals Gruppierungen von Zellen vorkommen, die als Nervenkerne, wie sie die Histologie von Gehirn und Rückenmark der

Wirbeltiere kennen gelehrt hat, betrachtet werden dürfen. Nur wenn zwei verschiedene Nervenstämme unmittelbar nebeneinander die Zellrinde durchbrechen, oder wenn ein Stamm sich nach seinem Eintritt ins Ganglion teilt (cfr. Fig. 89.), dann kommt es vor, daß die einzelnen Bündel eine Gruppe von Zellen zwischen sich fassen. Solche Zellenklaven haben aber nie den Wert von Nervenkernen.

Der Faserverlauf innerhalb der einzelnen Ganglien ist nur an Schnitten zu studieren, die parallel zur Längsaxe des Tieres gelegt sind. Quer-, Schräg- und Transversalschnitte geben keinen genügenden Aufschluß, was darauf zurückzuführen ist, daß die Faserung der Zentralorgane der Acephalen fast ausnahmslos in der longitudionalen Axe des Tieres statt hat. Es erhellt letzteres auch daraus, daß man auf Längsschnitten ganz außerordentlich wenig quergetroffene Fasern findet, während auf Querschnitten die längs getroffenen Züge in der Minderzahl vorhanden sind.

Ich gehe nun über zur Schilderung der

Topographie der Cerebralganglien (cfr. Fig. 91).

Wie aus dem ersten Teil dieser Arbeit bekannt, gehen von den Cerebralganglien je 6 Nervenstämme ab, und zwar drei in die Organe des Tieres, die am Munde und um denselben liegen, außerdem die Kommissur zum gegenseitigen Ganglion und die Konnektive zum Pedal- bezw. Visceralganglion. Die Nerven sind am Ganglion so gruppiert, wie dies die Taf. V zeigt, daß die äußere Seite von den Organ-, die innere von den Verbindungsnerven besetzt ist. Demgemäß gestaltet sich auch die innere Gliederung. Es nehmen die Ursprünge der Organnerven die laterale Hälfte in Beschlag, die der Verbindungsnerven die mediane. Die Ganglienzellen, welche die Rinde der lateralen Hälfte bilden, sind bedeutend kleiner, zahlreicher und liegen dichter gedrängt, als die der medianen, welche weniger dicht, weniger zahlreich und viel größer sind. Nur bei Mytilus edulis und Lithodomus dactylus ist das nicht der Fall, indem hier eine solche Sonderung, die am ausgeprägtesten bei Unio sich findet, nicht statt hat, vielmehr die Nervenursprünge ebenso durcheinander liegen, wie die Zellen (cfr. Fig. 84).

Die Faserzüge, welche die laterale Rindenhälfte bildet, bleiben im Ganglion derselben Seite; eine Kreuzung durch Kommissur und Konnektive findet nicht statt. Außerdem aber erhält noch jeder der hier entstehenden Stämme Fasern, die von der medianen

Rinde des Cerebralganglion der Gegenseite durch die Kommissur kommen; ferner Fasern aus dem Pedalganglion durch das Cerebropedalkonnektiv. Da diese Faserzüge, wie das auf feinen Serienschnitten ersichtlich, von großen Zellen herstammen, so glaube ich sie als motorische, die im Ganglion selber entspringenden als sensible resp. sensitive auffassen zu dürfen. Die Organnerven der Cerebralganglien sind daher durchweg gemischte Stämme, wie das auch a priori aus dem peripheren Verbreitungsbezirk derselben anzunehmen war.

Vierfach ist also der Ursprung der Nervenstämme, in dem sie Faserbündel erhalten 1) vom gleichseitigen, 2) vom gegenseitigen Cerebral-, 3) vom Pedal- und 4) vom Visceralganglion (cfr. Fig. 91 und die Erklärung dazu).

Die Züge, als deren Ursprungsort die mediane Rindenhälfte zu betrachten ist, gehen nach folgenden Richtungen: 1) durch die Kommissur zum Ganglion der Gegenseite für dessen periphere Stämme, 2) durch das Cerebropedalkonnektiv zum Pedalganglion und 3) durch das Cerebrovisceralkonnektiv zum Visceralganglion. Wie der Verlauf in diesen beiden Ganglien ist, wird später besprochen werden. Dabei ist ferner hervorzuheben, daß die Fasern, welche zur Kommissur gehen, vor der Mitte herkommen, ebenso die zum Cerebropedalkonnektiv; die Fasern zum Cerebrovisceralkonnektiv entspringen nach hinten von der Mitte des Organes. Es findet also durch Kommissur und Konnektive eine teilweise Faserkreuzung statt.

Von der am oralen Pole gelegenen Rinde gehen Faserzüge zur Kommissur und zu beiden Konnektiven; die zum Visceralganglion ziehenden sind stärker, als die zum Pedalganglion ziehenden, in Fig. 91 daher doppelt gezeichnet (ζ, η.).

Die Kommissur selber ist als ein stets pigmentloser Teil des Ganglion aufzufassen. Sie wird umgeben von Zellen; zwischen den einzelnen Bündeln finden sich Zellen und gleichzeitig ist ein Nervennetz stets vorhanden.

Den Konnektiven liegen ebenfalls seitlich Ganglienzellen an (in der Schemafigur nicht angedeutet), doch nicht auf ihrer ganzen Länge, sondern nur eine Strecke weit, die etwa dem Längsdurchmesser des Cerebralganglion entspricht.

Topographie der Pedalganglien. (cfr. Fig. 92.)

Fertigt man von den Pedalganglien Längsschnitte an, so trifft man zuerst nur Zellen, dann zeigt sich in der Mitte des Schnittes

ein transversal verlaufendes Nervenbündel, das, je weiter man sich dem Zentrum des Organes nähert, an Breite zunimmt und so den Aufbau klar macht. Man erkennt so, daß das äußerlich einheitlich erscheinende Organ aus zwei symmetrischen Hälften besteht, die durch eine Kommissur, jenes transversale Bündel, miteinander innig und untrennbar verbunden sind und vorn und hinten eine mäßig große Inzisur zeigen. Die Kommissur nimmt die Mitte des Präparates ein, während die Zellen eine Rindenschicht bilden, die, je nach der Höhe, in der der Schnitt liegt, bald mächtiger, bald schwächer ist, am massigsten aber stets an dem oralen und aboralen Pole auftritt (in der Schema-Figur nicht wiedergegeben). Je nach der äußeren Konfiguration des Organes, die teils eine oblonge oder richtiger eiförmige (Mya, Pholas, Tellina), teils eine kugelige ist (Mytilus, Lithodomus, Dreissena), ist das Querschnittsbild mehr oder weniger ähnlich dem Querschnittsbilde des Rückenmarkes eines Säugetieres. Mit dem Unterschiede allerdings, daß hier bei Acephalen das H von der Marksubstanz, dem Homologon der weißen Substanz, gebildet wird, während die graue Substanz als Rindenschicht die erstere umgiebt.

Die innere Hülle des Ganglion liegt demselben eng an, schickt vorn und hinten einen Fortsatz in die Rinde, welcher sich mit dem der Gegenseite unter einem kurzen Bogen vereinigt, aber zwischen die Kommissur nicht geht, sondern diese nur äußerlich überzieht. Der Faserverlauf ist ein höchst komplizierter und infolge des hier sehr dichten zentralen Netzes ein nur mit Mühe zu eruierender. Die Unioniden, deren Pedalganglion besonders besprochen werden soll, ausgenommen, kann man im allgemeinen folgendes Schema aufstellen (Fig. 92.):

1) Von den Zellen, welche massig am oralen Pole jederseits vom Septum aufgehäuft sind, entspringen Fasern, welche zum Konnektiv derselben Seite ziehen. (NB. Die Nummern der Figur entsprechen den hier im Text gewählten.)

2) Von ebendaher kommen Faserzüge, die sich kreuzend zum Konnektiv der Gegenseite begeben.

3) Von den am aboralen Pole angehäuften Zellen gehen Faserzüge zu den Nerven, welche die Muskulatur und einen Teil der Mitteldarmdrüse versorgen, und zwar zu den Nerven der gleichen Seite.

4) Von derselben Stelle Züge zu den gleichnamigen Nerven der Gegenseite, sich kreuzend.

5) Von den lateralen Zellschichten der vorderen Hälfte Fasern

zu der Gegenseite, die sich zu den Muskel- und Lebernerven begeben.

6) Von ebendaher Fasern zum Konnektiv derselben und,

6 a) der Gegenseite.

7) Von den lateralen Zellschichten der hinteren Hälfte nur Fasern zu den Nerven derselben Seite, welche nach hinten in die Organe gehen.

8) Endlich enthält das Konnektiv Faserbündel, welche direkt nach hinten zu dem vom Ganglion entspringenden Nerven derselben Seite für die Eingeweide gehen, deren Ursprung im Cerebralganglion ist.

Dagegen findet sich keine Andeutung, welche auf eine hier stattfindende Kreuzung der vom Cerebralganglion entspringenden Konnektivfasern schließen ließe.

Wesentlich abweichend verhält sich das Pedalganglion der Unioniden, wie sich das auch nicht anders nach den im Teil I gemachten Angaben über seinen makroskopisch erkennbaren Bau erwarten ließ.

Auf Längsschnitten durch das Organ erhält man zuerst jede Hälfte gesondert auf der Schnittfläche, dann sind beide vereint, doch in leicht zerreißlicher Weise. Je mehr man sich dem Zentrum des Organes nähert, desto konsistenter wird der Zusammenhang, der sich bei ferneren Schnitten wieder lockert, bis man schließlich in derselben Weise, wie anfangs, zwei Präparate bekommt. Es geht daraus hervor, daß die Hälften des Organes nur in einem Teile ihres Dickendurchmessers zusammenhängen und daß dieser Zusammenhang in der Mitte am stärksten ist. Schon darin ist ein Unterschied vorhanden zwischen den Pedalganglien der Unioniden und aller übrigen Acephalen.

Sieht man die Präparate unter dem Mikroskope an, so findet man, daß, anstatt wie überall nur eine Kommissur, hier eine große Anzahl von Kommissuren vorhanden ist, etwa 12—18. Von diesen hat die vorderste Kommissur an mittelgroßen Tieren etwa 32 μ, die am meisten in der Mitte gelegene 48 μ und die hinterste zwischen 12 und 20 μ Durchmesser von vorn nach hinten. Durch diese zahlreichen Verbindungsstränge wird die mediane Zellrinde in eine größere Anzahl von Nestern zerlegt (Fig. 88 z.), die ebenfalls verschiedene Breite haben. Und zwar sind sie in der Mitte am mächtigsten, während sie nach den Polen zu an Umfang abnehmen. Innerhalb der Kommissuren sind keine Zellen vorhanden (Fig. 88 com.). Durch diese Anordnung erhält das Pedalganglion

der Unioniden ein inneres Aussehen, wie es äußerlich die Prosobranchier zeigen; wir können hier von einer inneren Strickleiterform reden.

Diese Strickleiterform ist, glaube ich, der Ausdruck eines höheren Grades von Differenzierung im Vergleich zum inneren Bau der Pedalganglien aller übrigen Acephalen. Sie ist offenbar bedingt dadurch, daß bei den Unioniden von diesem Organe eine viel größere Anzahl von Nerven entspringt, als bei den anderen von mir untersuchten Spezies. Immerhin aber stellt sie eine niedrigere Form der Organisation dar im Vergleich zu dem Verhalten des gleichen Organes bei den höheren Mollusken.

Die Multiplizität der Kommissuren hat ferner eine Zerklüftung der medianen Hälfte der inneren Hülle zur Folge (cfr. Fig. 88. h. h.). Dieselbe sendet jederseits einen 4 μ breiten Fortsatz zwischen die beiden Hälften des Ganglion. Jeder Fortsatz wird durchbohrt von jeder Kommissur, an die er stößt, jedoch offenbar so, daß letztere nicht in ihrer ganzen Dicke die Hülle durchbricht, sondern nur bündelweise, daß also wie eine Lamina cribrosa das bindegewebige Septum zum Durchtritt der einzelnen Bündel einer jeden Kommissur durchlöchert ist. Ich glaube das daraus schließen zu müssen, daß man auf Serienschnitten die Kommissur bald über, bald unter dem Bindegewebsfortsatz liegen sieht (in der Fig. 88 ließ sich dieses Verhältnis nicht gut andeuten), der hier, aber auch nur hier, außerordentlich schwach gefärbt ist. Sonst nämlich hat die Hülle des Ganglion den Farbstoff, es sei welcher es sei, intensiv angenommen und man findet namentlich diejenigen Partieen des interganglionären Septum stark tingiert, welche den medianen Zellnestern eng anliegen (cfr. Fig. 88).

Der Faserverlauf ist genau derselbe, wie ich ihn von den übrigen Spezies eben beschrieben habe; nur daß hier durch die zahlreichen Kommissuren die Situation etwas klarer wird. Darnach gehen die oralwärts von der mittleren Kommissur gelegenen Faserbündel auch oralwärts, die aboral von derselben gelegenen aboralwärts, während die durch die mittlere Kommissur ziehenden Bündel zum Teil nach vorn, zum Teil nach hinten sich begeben. Die vordersten Spitzen der seitlichen Zellkuppen senden Fasern zum Konnektiv derselben, nicht aber auch zu dem der Gegenseite; im Gegensatze zu dem Verhältnis bei den übrigen Spezies (cfr. Fig. 92: 1 und 2). Eine Kreuzung findet nur bei den Fasern statt, welche von der lateralen Rindenschicht stammen; die sich aus den medianen Zellnestern entwickelnden Züge bleiben alle auf

derselben Seite. Bei den Unioniden ist ganz besonders stark entwickelt das Bündel, welches aus dem Cerebralganglion stammend durch das Konnektiv direkt zum hintersten Nerven verläuft, ohne im Pedalganglion mit Nervenzellen in Verbindung zu treten.

Topographie des Visceralganglion. (Fig. 93.)

Naturgemäß ist der Faserverlauf in dem aus zwei Teilen bestehenden Ganglion von Mytilus, die durch eine mehr oder weniger breite, makroskopisch sichtbare Kommissur verbunden sind, klarer zu übersehen, als bei allen übrigen Spezies, wo das Visceralganglion einheitlich ist. (Zur schematischen Abbildung ist der Einfachheit der Figur wegen das einheitliche Ganglion der Siphoniata gewählt worden).

Jede Hälfte des Visceralganglion von Mytilus bildet ein unregelmäßiges Viereck, dessen Seiten leicht nach außen gewölbt, dessen Winkel ausgezogen sind. Die z. B. in der linken Hälfte verlaufenden Faserzüge sind zu $^1/_4$ in ihr selber entstanden, $^1/_4$ stammt aus der rechten Hälfte, $^1/_4$ kommt aus dem Konnektiv der gleichen und $^1/_4$ endlich durch die Kommissur aus dem Konnektiv der rechten Seite. Die Richtung, welche die Faserzüge eingeschlagen, ist nun folgende (cfr. Fig. 93 und die Erklärung dazu): Von der äußeren Rinde, nach hinten von der Mitte, geht ein Faserzug zu dem gemischten Nerven für Mantelrand und Muskeln, resp. je ein schmaler Zug (Fig. 93. 1 und 2) zum Mantel- und zum Muskelnerv, wenn diese getrennt entspringen. Von ebendaher ein Faserzug zu den Kiemennerven (n. br.); zu den ersteren Stämmen Faserzüge von der medianen Rinde hinter der Mitte (3). Diese Fasern bleiben auf derselben Seite. Vor der Mitte vom äußeren und inneren Rande kommen zu denselben Nerven, also Kiemen- (n. br.), Mantel- (5) und Muskelnerv (6), Faserbündel, die zum Teil auf der gleichen Seite bleiben, zum Teil sich kreuzen, und endlich kommt noch durch das Cerebrovisceralkonnektiv ein Bündel zu den Muskel- und Gefühlsnerven derselben Seite (7).

Durch die Kommissur, also von der Gegenseite, kommen von der lateralen Rinde für Kiemen- (n. br.), Mantel- und Muskelnerv (9) je ein Faserzug, ebenso von der medianen Rinde. Ferner kommt durch die Kommissur noch ein Bündel, welches aus dem Cerebrovisceralkonnektiv der Gegenseite stammt und den gleichen Verlauf nimmt, wie das durch das Konnektiv derselben Seite ziehende. Endlich giebt jedes Ganglion von jeder Portion der Rinde ab je einen Faserzug zum Konnektiv der gleichen und der anderen Seite.

Man sieht, es herrschen hier höchst komplizierte Verhältnisse und es gehört viel Mühe dazu, um allmählich über dieselben ins Klare zu kommen.

Kommissur (Mytilus) und Branchialnerv haben ganglíösen Charakter, indem sich in ihnen sehr viel Zellen finden, die, wie im Ganglion selber, mit ihren Fortsätzen ein Nervennetz bilden, aus dem sich Faserzüge entwickeln, welche im Branchialnerven auf derselben Seite verlaufen, in der Kommissur aber eine mir unklar gebliebene Kreuzung eingehen.

Weniger übersichtlich ist die Anordnung der Faserzüge bei den übrigen Spezies (Lima übrigens hier, wie auch bei Cerebral- und Pedalganglien eingeschlossen).

Man kann aber auch hier die Vierteilung des Ursprungs der Bündel wiedererkennen, wie ich sie für Mytilus eben beschrieben, und auch in derselben Weise die Richtung derselben verfolgen, so daß ich auf eine genaue Detailbeschreibung für jede einzelne Spezies verzichte. Nur giebt es hier, da das Ganglion keine Inzisur hat, sondern die vordere, wie hintere Fläche einen ebenso kontinuierlichen Bogen bildet, wie die Seitenflächen (die Konvexitäten der Bögen sind der Markmasse zugekehrt), auch keine medianen Rindenpartieen, sondern nur zwei laterale und eine an dem oralen, eine am aboralen Pole gelegene Zellschicht. Diese Kontinuität ist offenbar dadurch entstanden zu denken, daß die Kommissur, welche die ursprüngliche rechte und linke Hälfte verbindet, so mächtig geworden ist, daß sie die median gelegenen Zellen nach vorn resp. nach hinten gedrängt hat, je nachdem diese vor resp. hinter der Mitte gelegen haben. Nur bei Cyprina findet sich eine innere Andeutung des ursprünglichen Verhältnisses vor, ganz angemessen der äußeren Andeutung (Taf. XXIX Figur 3 a). Wir müssen daher, wenn wir die Verhältnisse bei Mytilus übersetzen wollen, stets sagen statt „mediane“ Rinde vor der Mitte = vordere oder orale, und statt „mediane“ Rinde hinter der Mitte = hintere oder aborale Rindenschicht.

Die sehr großen uni-, bi- und multipolaren Zellen, die man hauptsächlich, wo nicht ausschließlich bei den Siphonen-Muscheln findet, haben ihren Sitz, einige wenige aberrierende ausgenommen, in den lateralen Rindenpartieen. Die sich aus ihnen entwickelnden Fortsätze oder vielmehr, die Nerven, welche aus den von dem Fortsätzen dieser Zellen gebildeten Netze stammen, gehen nur zu den Nerven, welche die Muskulatur der Siphonen versorgen.

Das ist die Basis, auf die sich meine Behauptung in Kap. II stützt, daß diese Zellen motorische Zellen sind.

Eine morphologisch höchst merkwürdige Thatsache zeigen die Unioniden. Bei denselben zerfällt das Cerebrovisceralkonnektiv in einen inneren und äußeren Teil. Der äußere ist dadurch ausgezeichnet, daß die ihn konstituierenden Nervenvibrillen dichter liegen, strammer zusammengefaßt sind, ein härteres Ausehen haben und intensiver gefärbt sind, als die Fibrillen des inneren Teiles (Fig. 89 c v c). Der innere Teil zerfällt deutlich in zwei Portionen, von denen die wiederum äußere zum Ganglion geht, die am meisten innere vom Ganglion kommt. Zwischen allen drei Portionen finden sich Zellenklaven. Der äußere Teil des Cerebrovisceralkonnektiv biegt in kurzem Bogen zum Branchialnerven derselben Seite um (Fig. 89 x), wobei die Fasern eine leichte Durchflechtung erleiden.

Pecten Jacobaeus.

Ich will zunächst den inneren Aufbau des Visceralganglion, als des wichtigsten, beschreiben und darauf Cerebral- und Pedalganglien folgen lassen.

Auf Längsschnitten durch das Visceralganglion kann man zunächst konstatieren, daß nur auf den am meisten unteren Schnitten die corpora oblonga und cuneiformia ausschließlich Zellen zeigen; auf den obersten Schnitten sind nur die oblonga vorhanden. Sie werden in der Medianlinie durch ein von der inneren Hülle stammendes bindegewebiges Septum getrennt. Auf allen weiteren Schnitten, die mehr dem Zentrum des Organes zu liegen (Fig. 90), ist nur der vordere Teil der genannten Körper rein zelliger Natur, während der hintere Marksubstanz ist und so untrennbar mit dem corp. centr. ant. verschmilzt, daß er als diskretes Gebilde nicht mehr zu erkennen ist. Vielmehr erscheinen die oblongen und keilförmigen Körper in den mittleren Höhen nur als nach vorn gelegene Aufsätze (cort. ant. Fig. 90), die von den hinteren Partieen des Organes streng geschieden sind. Diese Zellkuppen mit konvexen Begrenzungen haben einen Längsdurchmesser von 0,27 mm; dann folgt eine Markschicht von 0,32 mm longitudinalen Durchmesser, an diese schließt sich wiederum eine Zellschicht an (ggl. int.) von 0,12 mm Längen- und 0,18 mm transversalem Durchmesser. Sie liegt symmetrisch zur Medianlinie und bildet einen inneren Kern, der übrigens nicht als diskreter Nervenkern, analog den Erscheinungen bei Vertebraten, aufgefaßt

werden darf, da von ihm verschiedenwertige Bündel entspringen. Nach hinten von ihr folgt dann eine Markmasse von 0,53 mm und endlich die hintere Rindenschicht (cort. post.) von 0,12–0,30 mm Längsdurchmesser. Die Schwankung des Diameters der letzteren hängt ab von der Höhe des Schnittes; je mehr derselbe zur Mitte zu liegt, um so schmächtiger ist die hintere Rinde. Die vorderste Zellmasse wird, wie schon bemerkt, vom vorderen Theil der corp. obl. et cuneif. gebildet; die beiden Markmassen, die hintere Rinde und der zentrale Kern setzt sich aus dem Rest jener beiden Körper und aus dem corp. centr. ant. et post. zusammen, die eine distinkte Abgrenzung nicht mehr zeigen. Nur dadurch ist die äußerlich sichtbare Trennung der beiden Mittelkörper angedeutet, daß im hinteren die Fasern in einem nach vorn konkaven Bogen verlaufen, während die Faserzüge im vorderen von rechts nach links gerade gestreckt sind. In der Mitte der hinteren Markmasse findet sich ein dickes Bündel grad verlaufender Fasern, das durch seine bei allen Tinktionsmitteln gleichmäßige, höchst intensive Färbung sich auszeichnet und vielleicht die Grenze zwischen vorderem und hinterem Mittelkörper andeutet. Dieses Bündel ist, wie ich gleich hier bemerken will, die Kreuzung der Fasern des Kiemennerven (Fig. 90 decuss. n. branch.).

In den vorderen Zellkuppen der corp. obl. et cuneif. (cort. ant. Fig. 90) liegen sehr große uni- und multipolare Zellen, welche durch ein von der inneren Hülle entspringendes Bindegewebsnetz voneinander getrennt sind. Hier hätten wir also ein Verhältnis, das von dem aller anderen Acephalen und dem der Prosobranchier nach Haller (21) verschieden, mehr dem von Leydig (30) für Pulmonaten beschriebenen ähnelt. Die Bindegewebszüge sind bald breiter, bald schmäler, zeigen bei starken Vergrößerungen (Zeiss Syst. F. Ocul. 3) in ihrem Inneren kleine, spindelförmige geschwänzte Kerne und enden blind an der vorderen Markmasse. Die Zellen des inneren Kernes und der hinteren Rinde liegen in keinem Bindegewebsnetze.

Die Nerven innerhalb des Organes, ausgenommen die Kreuzung der Kiemennerven, die Fäden des Nervennetzes färben sich in Karmin stets nur blaßrosa, während Zellen und Kiemennerven intensiv rot werden.

Die Maschen des Nervennetzes sind sehr groß und polygonal und haben stets eine der Verlaufsrichtung der sie durchsetzenden resp. von ihnen gebildeten Bündel parallele Anordnung.

Einen ganz eigentümlichen Bau haben die halbmondförmigen Körper, von denen der linke stärker ist, als der rechte. Sie zerfallen in zwei ziemlich scharf getrennte Abschnitte (cfr. Fig. 90 corp. sem.). Der vordere Abschnitt ist der kleinere, etwa $^1/_4$ des ganzen Halbmondes, während der hintere $^3/_4$ der Länge desselben für sich in Anspruch nimmt; der vordere ist 0,5 mm, der hintere 1,5 mm lang. Den äußersten Rand des ganzen corp. semilun. dextr. et sin. bildet eine 0,01 mm dicke Schicht sehr kleiner unipolarer Zellen (Fig. 90 cort. lat.). Nach innen von derselben befinden sich die beiden Abschnitte, deren vorderen ich die spongiöse Substanz nennen will (Fig. 86 und 90 subst. spg.). In dieser Substanz finden sich keinerlei Nervenzellen, auch keine Schaltzellen; sie unterscheidet sich von der Marksubstanz durch ihr Aussehen. Denn während letztere das bekannte zentrale Nervennetz bildet, hat erstere keinerlei Andeutung davon, vielmehr erscheint sie bei starken Vergrößerungen (Fig. 86) wie durchsetzt von feinen, kaum punktförmigen Löchern und gewinnt dadurch das Aussehen eines sehr feinporigen Badeschwammes.

Die spongiöse Substanz des rechten wie des linken Halbmondkörpers zerfällt in Gruppen, die in normalem Zustande wohl eng aneinander liegen, in gehärtetem (Kali bichromicum) durch 0,01 bis 0,03 mm breite Lücken getrennt sind (cfr. Fig. 90 subst. spg.). Rechts schwankt die Zahl zwischen 2 und 4. Anfänglich sind 4 vorhanden, dann 3, nach wenigen Schnitten 2 und diese Zahl hält durch 10 Schnitte (à $^1/_{50}$ mm) an, bis der Halbmond überhaupt nicht mehr vorhanden ist, sondern nur noch der Mittelteil des Organes. Im Anfange sind diese Gruppen 0,02 mm lang, 0,03 mm breit, die lange Axe geht von links nach rechts, die breite von vorn nach hinten; die Gruppen nehmen dann an Umfang zu, 0,13 mm : 0,07 mm, um sich gegen das Ende des Halbmondes zu wieder zu verjüngen.

Die spongiöse Substanz wird also durch eine wechselnde Anzahl spindelförmiger Körper gebildet.

Der linke halbmondförmige Körper erscheint etwa $^3/_{50}$ mm tiefer auf den Schnitten; beide Körper liegen also nicht in gleicher Höhe. Seine spongiöse Substanz besteht aus viel zahlreicheren spindelförmigen Körpern, zwischen 5 und 14 (cfr. Fig. 90), und zwar sind auf den Schnitten, welche so ziemlich in der Mitte des Organes liegen, die meisten vorhanden. Ihr Längsdurchmesser ist meistens parallel der transversalen, ihr

Breitendurchmesser der longitudinalen Axe des Organes. Ihre Größe differiert zwischen 0,33 mm : 0,12 mm und 0,19 mm : 0,03 mm, also sind sie unter allen Umständen massiger als die Spindelkörper des rechten corpus semilunare.

An die spongiöse Substanz schließt sich die retikuläre Substanz an, welche die übrigen $^3/_4$ der Halbmonde einnimmt (Fig. 90 subst. ret.). Auf dem Schnitt hat sie das Aussehen eines Maschenwerkes, das durch breite Stränge spongiöser Substanz gebildet wird (Fig. 87). Diese Stränge sind verschieden breit, ihre Durchmesser indessen schwanken innerhalb enger Grenzen, 0,09 mm, 0,012 mm, 0,014 mm und 0,016 mm. Es sind also breite Substanzbrücken, die runde oder ovale Öffnungen umschließen von 0,018, 0,016 bis 0,010 mm Durchmesser. Was in diesen Durchlöcherungen der Substanz liegt, weiß ich nicht. Die Substanzbrücken haben randständige, in Karmin dunkelrot gefärbte Kerne (Fig. 87), die bestimmt keinen Ganglienzellen angehören. Zuweilen, wie aus der Figur hervorgeht, sieht es so aus, als ob einzelne dieser Kerne in der Masche selber liegen; es rührt dies daher, daß sie durch das Messer von der darunter liegenden Schicht abgehoben und durch die Einbettungsmasse (Paraffin) in ihrer Stellung fixiert wurden Die retikuläre Substanz färbt sich in Karmin schwächer, als die spongiöse, immer aber noch stärker als das zentrale Nervennetz.

Über den Faserverlauf ist folgendes zu sagen: Die von den großen Zellen der corp. obl. et cuneif. stammenden Fasern gehen gerade von vorn nach hinten in die Muskelnerven über; von der hinteren Zellrinde entspringen die Fasern der nervi branchiales, von dem mittleren Zellkerne die Fasern für die Konnektive, für den Mantelrand (teilweise) und für den Muskel (teilweise), und von der Rindenschicht der Halbmonde die übrigen Fasern der Mantelrandnerven. Indessen wie der Verlauf und die jedenfalls vorhandene Kreuzung ist, in welcher Beziehung die spongiöse und retikuläre Substanz zu den Mantelrandnerven steht, resp. wie innerhalb dieser Gebilde die Entstehung und Verflechtung statt hat, war mir unmöglich zu ergründen. Ich kann daher darüber gar nichts aussagen, hoffe indeß später einmal, wenn ich die Mikrographie des Mantelrandes der Acephalen beschreiben werde, genauere Angaben machen zu können. So viel indeß scheint mir festzustehen, daß das Auftreten der Halbmonde in Verbindung zu bringen ist mit dem Vorhandensein der entwickelten Augen von Pecten, da diese Gebilde dem Visceralganglion der

im Besitze eines nicht augenführenden Mantelrandes sich befindenden Lima vollständig abgehen.

Das Cerebralganglion von Pecten Jacobaeus ist ebenfalls in verschiedener Beziehung merkwürdig. Von der inneren Hülle gehen ebenso, wie im Visceralganglion, Fortsätze in das Innere des Organes, die aber kein Netzwerk zwischen den einzelnen Zellen bilden, sondern dem Ganglion auf Schnitten ein acinöses Aussehen verleihen (Fig. 85). Die Septa sind breit, verzweigen sich mannigfach und verbinden sich miteinander durch quere resp. transversale Stränge (Fig. 85 d). Sie zerlegen die Rinde in 8—12 Gruppen oder Nester, senken sich dann noch eine kurze Strecke weit in die Marksubstanz, enden hier blind und trennen somit die Zellen der Rinde von der Marksubstanz, wie das die Figur zeigt. Die Fortsätze jener müssen daher, um zu dieser zu gelangen, die queren Züge der Septa durchbohren. In den Nestern, in welche die Rinde zerfällt, liegen nur unipolare Zellen, frei, durch kein Zwischengewebe getrennt. Nach innen zu, zum Teil in der Marksubstanz, liegen unipolare, bipolare und auffällig große und gut sichtbare multipolare Zellen (Fig. 85), deren Bedeutung als Sammelzellen hier ganz klar wird, wenn auch nicht in dem abgebildeten Teile des Schnittes.

Der Faserverlauf ist völlig entsprechend dem bei den Cerebralganglien der übrigen untersuchten Spezies, weshalb ich der Einzelheiten wegen auf das dort Bemerkte hinweise.

Was schließlich das Pedalganglion anlangt, so ist der Verlauf der Fasern derselbe, wie bei allen übrigen, die exzeptionellen Verhältnisse der Unioniden nicht in Betracht gezogen. Die laterale und die am oralen Pole gelegene Rinde bilden eine im longitudinalen Durchmesser schwache Schicht. Die Rinde am aboralen Pole ist dagegen nächtig entwickelt im longitudinalen, nur schwach im transversalen Durchmesser. Beiderseits an der äußeren Seite der Marksubstanz, dicht unter der Rinde, findet sich je ein kreisrundes Gebilde, das in Safranin sich intensiv färbt, frappant ähnlich ist den spindelförmigen Körpern der spongiösen Substanz der Halbmonde, in seiner Bedeutung aber mir durchaus unverständlich blieb.

III. Teil.

Schlufsbetrachtungen.

Die wesentlichsten **histologischen** Ergebnisse meiner Untersuchungen lassen sich kurz in folgende Sätze zusammenfassen:

1. Apolare Zellen kommen nicht vor.

2. Es giebt nur uni-, bi-, und multipolare Zellen, von denen die ersteren die häufigsten, die bipolaren die seltensten sind, die multipolaren an Zahl zwischen beiden in der Mitte stehen.

3. Unter den unipolaren Zellen giebt es einige wenige, deren Fortsatz, ohne weiteres, direkt zur Peripherie geht.

4. Die peripheren Fortsätze aller übrigen Zellen senken sich in die Marksubstanz ein und lösen sich hier auf.

5. Die multipolaren Zellen sind **Sammelzellen,** deren Markfortsatz das Homologon des Deiters'schen Fortsatzes ist.

6. Die Marksubstanz wird gebildet:

a) von dem zentralen Nervennetz, welches durch die Verflechtung der Teilungsprodukte der Markfortsätze entsteht,

b) von den Nervenfibrillen, welche sich aus den Maschen des Nervennetzes bilden,

c) von einer dem Nervenmark der Wirbeltiere ähnlichen, die charakteristischen Myelinformen bildenden Substanz, welche die Fäden des Netzes und die Fibrillen voneinander isoliert.

7. Die Marksubstanz im Zentralnervensystem der Acephalen ist das Homologon der weißen Substanz im gleichen Organ der Vertebraten.

8. Die Zellen umgeben rindenförmig die Marksubstanz.

9. Zwischen den Zellen der Rinde und in der Marksubstanz findet sich kein der Neuroglia der Vertebraten homologes und analoges Gebilde.

10. Die zwischen die Zellen der Cerebral- und Visceralganglien von Pecten sich einsenkenden Fortsätze der inneren Hülle sind ein Homologon des in den Intervertebralganglien der Wirbeltiere sich findenden perizellulären Gewebes.

11. Die peripheren Nerven der Acephalen bestehen aus einfachen Axenfibrillen (Waldeyer) und zeigen keine Gruppierung zu breiteren Fasern.

12. Es findet ein weitgehender Faseraustausch zwischen den ungleichnamigen Ganglien statt und eine unvollständige Kreuzung zwischen den Fasern der gleichnamigen Organe. Und zwar erhalten die Nerven, die aus den Cerebralganglien kommen, Faserzüge, außer vom gleichnamigen Organ der Gegenseite, aus den Pedal- und Visceralganglien der gleichen und entgegengesetzten Seite. Die Nerven der Pedalganglien erhalten Faserbündel von beiden Cerebralganglien, die der Visceralganglien ebenfalls von beiden Cerebralganglien.

Dies Verhältnis ist **physiologisch** interessant und erklärlich.

Berührt man eine geöffnete Muschel an irgend einem beliebigen Teile ihres Körpers, so schließt sie sich augenblicklich vollständig und zieht bei den Siphoniata die Siphonen, bei den Ostreaceen die Mantelrandtentakeln sofort ein. Der geringste periphere Reiz also führt sofort zu einer gleichmäßigen und gleichzeitigen Aktion der gesammten Muskulatur des Mantelrandes, des Fußes und der Schalen, muß somit auch an allen Stellen des Körpers gleichmäßig und gleichzeitig wahrgenommen werden. Die Bahnen, durch welche eine solche gleichmäßige und gleichzeitige Aktion ermöglicht wird, habe ich dargethan. **Konnektive und Kommissuren enthalten also ein Associationsfasersystem höchst entwickelter Form.** Ein solches Verhältnis ist übrigens für die Muscheln eine Lebensnotwendigkeit, da ihr Verkehr mit der Außenwelt hauptsächlich durch das Gefühl ver-

mittelt wird. Die meisten Muscheln, mit Ausnahme der Ostreaceen, sind blind. Das Gehörorgan liegt tief im Leibe versteckt, ohne Kommunikation mit dem umgebenden Medium, und es ist mir zweifelhaft, ob durch dasselbe, zufolge seiner Organisation, von dem Tiere viel mehr wahrgenommen werden kann, als grobe Schwankungen in der Intensität der Wellenbewegung des Wassers und der Ursachen dieser Schwankungen. Angewiesen also allein auf das Gefühl, ist es für die Muscheln notwendig, von den geringsten ihnen feindlichen Bewegungen und Annäherungen augenblicklich weit verbreitete Kunde dem ganzen Körper mitzuteilen und sich sofort zu schließen: die einzige Möglichkeit, bei ihrer sonstigen Waffenlosigkeit, dem Gegner zu entgehen oder ihn im Innern einzuschließen und so unschädlich zu machen.

Was die **morphologischen** Ergebnisse anlangt, so führen mich dieselben zu Schlüssen, die von denen anderer Autoren nicht unwesentlich abweichen. Während alle, die sich mit der Klassifizierung der Acephalen beschäftigt haben, die Ostreacea als die nächst den Mytilacea niedrigst organisierte Ordnung, oder wenigsten niedrigst stehende Ordnung hingestellt haben, bin ich im Gegenteil der Ansicht, daß die Ostreacea **innerhalb der Acephalenklasse** die höchst organisierten sind. Und zwar begründe ich meine Ansicht auf die Ausbildung des Visceralganglion. Bronn (3) und namentlich Gegenbaur (17) bringen diesen Teil des Zentralnervensystems in Verbindung mit der Entwicklung der Kiemen. Der letztere Autor sagt in seinem Grundriß (2. Aufl. 1878 p. 366) Folgendes: „Man vermag an diesem Ganglion „(ggl. viscerale) zwei durch eine kurze Querkommissur verbundene „Hälften zu erkennen, die sich verschieden nahe rücken und zuletzt „einen einfachen, viereckigen Knoten vorstellen, je nachdem die „beiderseitigen Kiemen dieser Tiere frei oder mit einander verwachsen sind. Schon aus diesem Umstande „geht die Beziehung dieses Ganglion zu den Kiemen „hervor; noch deutlicher wird sie durch die starken „aus jenen hervortretenden und die Kiemen versorgenden Nervenstämme.“ Das ist ja unzweifelhaft richtig, daß das Ganglion zu den Kiemennerven einige Beziehung hat; aber doch nicht allein dieses Ganglion. Ich habe oben nachgewiesen, daß, wenigstens bei den Unioniden, ein Teil der Kiemennervenfasern durch das Cerebrovisceralkonnektiv aus dem Cerebralganglion kommt, und ferner habe ich dargethan, daß der aus dem Ganglion entspringende Kiemennerv, bis zu seinem Eintritt

in die Kiemen, selber gangliösen Bau hat und in ihm Fasern für die Kiemen entspringen.

Es ist ferner unzweifelhaft richtig, was Gegenbaur sagt, daß diejenige Ordnung, die Mytilacea, deren Kiemen den niedersten Grad der Ausbildung zeigen, auch das niedrigst organisierte Visceralganglion haben, nämlich, wie Gegenbaur ganz richtig bemerkt, „zwei durch eine kurze Querkommissur verbundene Hälften.“ Indessen, wie wenig oder vielmehr, wie eigentlich gar kein Zusammenhang zwischen Visceralganglion und Kiemen vorhanden ist, beweist am besten Dreissena. Diese Muschel wird stets zu den Mytilacea gerechnet und gehört dahin auch ihrer Schale und ihren Kiemen nach. Aber ihr Visceralganglion reiht sie ein unter die Siphoniata, denen sie sich auch sonst durch Ausbildung zweier kurzer, getrennter Siphonen anschließt. Die Siphoniata und die Unioniden wiederum haben die höchst organisierten Kiemen, wirkliche „Gitterlamellen“ (Carus-Gerstäcker) und doch steht deren Visceralganglion an Organisation und Differenzierung hinter dem der Ostreacea, und unter diesen vor allem dem der Pectiniden nach. Diese reihen sich betreffs der Kiemen an die Mytilacea an, ihr sogenanntes Visceralganglion aber zeigt bei Lima und besonders bei Pecten den höchsten Grad der Ausbildung.

Somit ist der Beweis, glaube ich, erbracht, daß Visceralganglion und Kiemen nicht pari passu in ihrer Organisation gehen.

v. Jhering (24) gründet in seiner wertvollen Arbeit über die Gehörwerkzeuge der Mollusken etc. seine Klassifikation vor allem auf die Ausbildung des Gehörorganes, je nachdem in demselben ein Otolith oder Otoconien vorhanden sind. Das Erscheinen der Otolithen ist nach ihm der physiologisch günstigere, höhere Zustand, während die Otoconien einen niederen Grad der Entwicklung repräsentieren. Zwar existiert die auffällige Tatsache, daß Acephalen mit Otolithen im Larvenzustande stets Otolithen, nie Otoconien haben, während Acephalen mit Otoconien im Larvenzustande vielfach Otolithen besitzen, eine Tatsache, die in Konsequenz des biogenetischen Grundgesetzes von Häckel eigentlich zum Schlusse führen müßte, daß der ursprünglichere, phylogenetisch ältere Zustand durch die Otolithen vertreten würde. Indessen verwirft Jhering eine solche Folgerung als völlig verfehlt, da einmal die paläontologischen Erfahrungen dagegen sprächen und dann, weil die verschiedenen Organsysteme der Acephalen zum gleichen Resultate drängen. Von den Organsystemen zieht Jhering haupt-

sächlich den Mantelrand und die Kiemen in Betracht. Diejenigen Muscheln, welche Byssus und keinen verwachsenen Mantelrand besitzen und deren Kiemen einfache Stäbe sind, sind die niedrigst organisierten (Mytilacea und Ostreacea), die Siphonen besitzenden Familien mit verwachsenem Mantelrand und Kiemenlamellen stehen höher.

Mich dünkt, diese Schlußfolgerung ist nicht ganz richtig und das von Jhering perhorrescierte biogenetische Grundgesetz Haeckels trifft hier, teilweise wenigstens, zu.

Zunächst halte ich dafür, daß die Kiemen der Acephalen für die Klassifikation nicht verwertbar sind. Gitterlamellen, wie einfache Stäbe sind einander völlig gleichwertig und nur das Produkt der Anpassung an die Lebensweise.

Diejenigen Muscheln, welche, wie die Mytilacea, durch Byssusfäden sich festklammern, oder, wie Ostrea, festgewachsen sind, oder endlich, wie Lima, ein Nest bauen, öffnen sich im Wasser vollständig. Der Strom des Wassers kann ungehindert durch sie hindurchströmen, und die Massenhaftigkeit desselben bürgt dafür, daß genügend Sauerstoff mit den Kiemenfäden in Berührung kommt. Das Flottieren der letzteren, hervorgebracht durch die Wellen des Wassers, gestattet diesem Zutritt von allen Seiten.

So sind die Kiemenfäden für diese Tiere die physiologisch denkbar günstigste Einrichtung.

Anders bei den Siphoniata. Hier steckt das Tier meistens mit dem Vorderteil im Boden, während es das Hinterteil in die Höhe streckt. Der Zutritt des Wassers ist also ein wesentlich beschränkter, er findet nur von hinten aus auf schmalem Wege statt. Hier muß die in das Tier einströmende Wassermenge in Bezug auf ihren Sauerstoffgehalt möglichst vollständig ausgenutzt werden, sie muß also über eine große Oberfläche strömen. Diese Gelegenheit ist ihr nun in den hochausgebildeten Gitterlamellen, wie sie die Siphomuscheln haben, reichlich gegeben, denn durch die Vereinigung der einfachen Stäbe durch quere Kommissuren ist die Oberfläche ganz gewaltig vergrößert.

Für diese Tiere sind die Gitterlamellen die physiologisch günstigste Einrichtung.

Kiemenfäden und Gitterlamellen sind also nur sekundäre Klassencharaktere und daher in erster Linie, für die Stellung innerhalb der Klasse, keineswegs verwertbar.

Auch die Ausbildung des Gehörorgans ist ein sekundärer Klassencharakter. Hören, was wir hören nennen, also diskrete

Wahrnehmung von Geräuschen, von Tönen, — angenehmen und unangenehmen, hohen und tiefen, starken und schwachen etc. — wird dadurch wohl kaum zustandekommen. Dies geht schon aus v. JHERINGS geistreichem Versuche mit einer Helix pomatia hervor, und wenn dieser Autor meint, daß weniger der Ton, als vielmehr die Erschütterung zur Wahrnehmung gelangt, wie er sich ausdrückt l. c. pg. 12: „denn um was anderes wie Erschüt- „terung handelt es sich schließlich bei der Schallbildung durch feste „Körper nicht", so meine ich, daß eine **Gehör**empfindung überhaupt nicht eintritt.

Otocysten und Kiemen müssen daher ausscheiden, will man den Ausbildungsgrad der einzelnen Ordnungen der Acephalen, ihre höhere oder niedrigere Organisation erkennen. Vielmehr müssen wir auf das Organ Bedacht nehmen, welches für die Erhaltung des Individuum am wichtigsten, welches am geeignetsten ist, das Tier in ständigem Rapport mit der es umgebenden Außenwelt zu erhalten, es von allem ihm drohenden Feindlichen am schnellsten und genauesten zu benachrichtigen. Und da, meine ich, ist das Gefühlsorgan das für Acephalen wichtigste. Der Mantelrand ist aber, nach FLEMMING's (9 und 10) klassischen Untersuchungen, der Hauptsitz des Gefühls; mit der höheren Ausbildung der Sinnesorgane im Mantelrande ist daher die höhere Stellung der Familie **innerhalb der Klasse** verbunden.

Nun unterliegt es keinem Zweifel, daß die Ostreacea den höchst differenzierten Mantelrand haben, während die Mytilacea den niedrigsten zeigen und zwischen beiden Arcacea und Siphoniata stehen (von den stark veränderten Unioniden abgesehen).

Pari passu mit der Ausbildung des Mantelrandes als Hauptkonzentrationspunkt der wichtigsten Sinnesorgane geht die Ausbildung des Visceralganglion; das erhellt, denke ich, aus meinen Angaben zur Evidenz.

Es steht somit das Visceralganglion in keinem Zusammenhang mit der Kiemenausbildung, sondern mit der Ausbildung des Mantelrandes, und aus diesem Grunde sind die Ostreacea, welche das höchst differenzierte Visceralganglion haben, auch die höchst stehenden Acephalen.

Erklärung der Tafeln XXV—XXIX.

Da, wo keine Angaben über die Methode gemacht sind, durch welche die Ganglien mazerirt wurden, sind stets Chromkalipräparate gezeichnet.

Fig. 1. Zelle aus dem Cerebralggl. von Anadonta anatina. 750 : 1.
Fig. 2. „ „ „ Visceralggl. von Cyprina islandica. 750 : 1.
Fig. 3. „ „ „ „ von Unio pictorum. Pikrin. 750 : 1.
Fig. 4. „ „ „ „ „ „ „ $\frac{1}{4}$ Alkohol. 750 : 1.
Fig. 5. „ „ „ Pedalganglion von Arca barbata. Pikrin. 750 : 1.
Fig. 6. „ „ „ Cerebralggl. von Mytilus edulis. Längsschnitt. 750 : 1.
Fig. 7. „ „ „ Pedalggl. von Pecten Jacobaeus. $\frac{1}{3}$ Alkohol. 750 : 1.
Fig. 8. „ „ „ Visceralggl. von Dreissena polymorpha. 750 : 1.
Fig. 9. „ „ „ „ „ Mytilus edulis. Pikrin. 705 : 1.
Fig. 10. „ „ „ „ „ Ostrea edulis. 750 : 1.
Fig. 11. „ „ „ Cerebralganglion von Mytilus edulis. Längsschnitt. 750 : 1.
Fig. 12. „ „ „ Visceralggl. von Pecten Jacobaeus. $\frac{1}{3}$ Alkohol. 750 : 1.
Fig. 13. „ „ „ „ „ Ostrea edulis. 750 : 1.
Fig. 14. „ „ „ „ „ Mytilus edulis. Längsschnitt. 750 : 1.
Fig. 15. „ „ „ Pedalggl. von Unio pictorum. 750 : 1.
Fig. 16. „ „ „ Cerebralggl. von Unio pictorum. 750 : 1.
Fig. 17. „ „ „ Pedalggl. „ „ „ . 750 : 1.
Fig. 18. „ „ „ Visceralggl. von Cardium edule. $\frac{1}{4}$ Alkohol. 750 : 1.
Fig. 19. „ „ „ Cerebralggl. „ „ „ . $\frac{1}{4}$ Alkohol. 750 : 1.
Fig. 20. „ „ „ Visceralggl. von Mya arenaria. 750 : 1.
Fig. 21. „ „ „ „ „ Mytilus edulis. 750 : 1.
Fig. 22. „ „ „ Cerebralggl. von Anodonta anatina. 750 : 1.
Fig. 23. „ „ „ Visceralggl. „ Cyprina islandica. 750 : 1.
Fig. 24. „ „ „ „ „ Mya arenaria. 750 : 1.

Fig. 25. Zellen aus dem Visceralggl. von Mya arenaria. 750:1.
Fig. 26. „ „ „ „ „ Cyprina islandica. 750:1.
Fig. 27. „ „ „ „ „ Mya arenaria. 750:1.
Fig. 28. „ „ „ Pedalggl. von Unio pictorum. 750:1.
Fig. 29. „ „ „ Cerebralggl. von Unio pictorum. 750:1.
Fig. 30. „ „ „ Visceralggl. „ Cyprina islandica. 750:1.
Fig. 31. „ „ „ „ „ Mya arenaria. 750:1.
Fig. 32. „ „ „ Pedalggl. Cyprina islandica. $\frac{1}{6}$ Alkohol. 750:1.
Fig. 33. „ „ „ Visceralggl. von Pholas dactylus. $\frac{1}{4}$ Alkohol. 750:1.
Fig. 34. „ „ „ Visceralggl. von Mya arenaria. 750:1.
Fig. 35. „ „ „ „ „ „ „ . 1020:1.
Fig. 36. „ „ „ „ „ Pecten Jacobaeus. Längsschnitt. 750:1.
Fig. 37. „ „ „ Cerebralggl. Mytilus edulis. 750:1.
Fig. 38. „ „ „ Pedalggl. von Cyprina islandica. $\frac{1}{6}$ Alkohol. 750:1.
Fig. 39. „ „ „ Visceralggl. von Mytilus edule. 750:1.
Fig. 40. „ „ „ „ „ „ „ . 750:1.
Fig. 41. „ „ „ „ „ Ostrea edulis. 750:1.
Fig. 42. „ „ „ „ „ Cardium edulis. $\frac{1}{4}$ Alkohol. 750:1.
Fig. 43. „ „ „ „ „ Cyprina islandica. $\frac{1}{4}$ „. 750:1.
Fig. 44. „ „ „ „ „ Cyprina islandica. $\frac{1}{4}$ „. 750:1.
Fig. 45. „ „ „ „ „ Mytilus edulis. 750:1.
Fig. 46. „ „ „ „ „ Unio pictorum. 750:1.
Fig. 47. „ „ „ Cerebralggl. von Anodonta anatina. 750:1.
Fig. 48. „ „ „ Pedalggl. von Anodonta anatina. 750:1.
Fig. 49. „ „ „ Visceralggl. von Ostrea edulis. 750:1.
Fig. 50. „ „ „ „ „ Mya arenaria. $\frac{1}{5}$ Alkohol. 750:1.
Fig. 51. „ „ „ „ „ Pholas dactylus. $\frac{1}{4}$ „. 750:1.
Fig. 52. „ „ „ „ „ Unio pictorum. $\frac{1}{4}$ „. 750:1.
Fig. 53. „ „ „ „ „ Unio pictorum. $\frac{1}{4}$ „. 750:1.
Fig. 54. „ „ „ Pedalggl. von Unio pictorum. $\frac{1}{4}$ „. 750:1.
Fig. 55. „ „ „ Visceralggl. von Unio pictorum. $\frac{1}{4}$ Alkohol. 750:1.
Fig. 56. „ „ „ Visceralggl. von Mytilus edulis. Längsschnitt. 750:1.
Fig. 57. „ „ „ Pedalgangl. von Unio pictorum. $\frac{1}{4}$ Alkohol. 750:1.

Fig. 58. Zellen aus dem Visceralggl. von Pholas dactylus. $\frac{1}{4}$ Alkohol. 750 : 1.

Fig. 59. „ „ „ Visceralggl. von Pholas dactylus. $\frac{1}{4}$ „. 750 : 1.

Fig. 60. „ „ „ Cerebralggl. von Anodonta anatina. 750 : 1.

Fig. 61. „ „ „ Visceralggl. von Mya arenaria. $\frac{1}{6}$ Alkohol. 750 : 1.

Fig. 62. „ „ „ Visceralggl. von Ostrea edulis. 750 : 1.

Fig. 63. „ „ „ „ „ Pholas dactylus. $\frac{1}{4}$ Alkohol. 750 : 1.

Fig. 64. „ „ „ Cerebralggl. von Cardium edule. $\frac{1}{4}$ „. 750 : 1.

Fig. 65. „ „ „ Cerebralggl. von Cardium edule. $\frac{1}{4}$ „. 750 : 1.

Fig. 66. „ „ „ Cerebralggl. von Anodonta anatina. 750 : 1.

Fig. 67. „ „ „ Visceralggl. „ Pholas dactylus. $\frac{1}{4}$ Alkohol. 750 : 1.

Fig. 68. „ „ „ Visceralggl. „ „ „ $\frac{1}{4}$ „. 750 : 1.

Fig. 69. { a. sich kreuzende / b. isolierte } Zellen Visceralggl. von Mytilus edulis. Pikrin. 750 : 1.

Fig. 70. Zellen aus dem Visceralggl. von Pholas dactylus. $\frac{1}{4}$ Alkohol. 705 : 1.

Fig. 71. „ „ „ Pedalggl. von Mytilus edulis.750 : 1.

Fig. 72. „ „ „ Visceralggl. von Pholas dactylus. $\frac{1}{4}$ Alkohol. 750 : 1.

Fig. 73. „ „ „ Visceralggl. von Mytilus edulis. $\frac{1}{4}$ „ 750 : 1.

Fig. 74. „ „ „ Visceralggl. „ Pholas dactylus. $\frac{1}{4}$ „ 750 : 1.

Fig. 75. „ „ „ Pedalggl. „ Cyprina islandica. $\frac{1}{6}$ „ 750 : 1.

Fig. 76. {
a. Faser mit Teil des zentralen Netzes, Visceralggl. Cyprina islandica. $\frac{1}{6}$ Alkohol. 750 : 1.
b. Fasern aus der Marksubstanz, Visceralggl. Unio pictorum. 705 : 1.

Fig. 77. { a. unipolare / b. multipolare } Zellen; Visceralggl. Anodonta anatina. Hämatoxylin. Glycerin. 750 : 1.

Fig. 78. Verstümmelte Zellen {
a. Visceralggl. Mytilus edulis. Längsschnitt. Rubin. 750 : 1.
b. Visceralggl. Pholas dactylus. 750 : 1.

Fig. 79. Geschwänzte Kerne {
a. / b. } Cerebralggl. Anodonta anatina.
c. / d. } Cerebralggl. Unio pictorum.
} 750 : 1.

Fig. 80. Centrales Nervennetz. Visceralggl. Mya arenaria. Längsschnitt. Karmin. z. z. Schaltzellen. 750 : 1.

Fig. 81. Cerebropedal connectiv. Unio pictorum. $\frac{1}{4}$ Alkohol. Gold 0,1 $\frac{0}{0}$. 750:1.

Fig. 82. Aeussere Hülle. Visceralggl. Mytilus edulis. Längsschnitt. Rubin. 750:1.

Fig. 83. Teil eines Längsschnittes. Cerebralggl. Tellina nitida. Eosin. x. y. Zellenverbindungen (cfr. Text). 750:1.

Fig. 84. Längsschnitt. Cerebralggl. Mytilus edulis. Rubin. d. d. innere Hülle. 320:1.

Fig. 85. Teil eines Längsschnittes. Cerebralggl. Pecten Jacobaeus. Safranin. d. d. d. Septa der inneren Hülle. 235:1.

Fig. 86. Längsschnitt. Visceralggl. Pecten Jacobaeus. Spongiöse Substanz. Eosin. 750:1.

Fig. 87. Längsschnitt. Visceralggl. Pecten Jacobaeus. Reticuläre Substanz. Eosin. 550:1.

Fig. 88. Teil eines Längsschnittes. Pedalggl. Unio pictorum. Karmin. com. = Kommissuren. z = Zellnester. h h = mediane Septa der inneren Hülle; man sieht dieselben unter den Kommissuren fortziehen. 320:1.

Fig. 89. Teil eines Längsschnittes. Visceralggl. Unio pictorum. Rubin. cvc. = Cerebrovisceralkonnectiv. nbr. = nervus branchialis. x = Umbiegung eines Teiles der Konnektivfasern zum Branchialnerven. 135:1. (cfr. Text.)

Fig. 90. Längsschnitt. Visceralggl. Pecten Jacobaeus. Eosin. cort. ant. = vordere Zellrinde (corticalis anterior). ggl. int. = innerer Zellkern. cort. post. = hintere Zellrinde; cort. lat. = seitliche Zellrinde. cvc. = Cerebrovisceralkonnektiv. decuss. n. branch. = decussatio nervi branchialis. corp. sem. dextr. et. sin. = corpus semilunare dextrum et sinistrum. subst. spg. = substantia spongiosa (links 14, rechts 4 spindelförmige Körper. cfr. Text); subst. ret. = substantia reticularis. 50:1. Schematisch.

Fig. 91. Schema des Faserverlaufes im Cerebralganglion gc. I, II, III die peripheren Nervenstämme; Faserzüge vom Ganglion: I^a etc. vom gegenseitigen Ggl., I^b etc. vom Pedalggl., I^c etc. vom Visceralggl., α. Züge zu denselben Nerven der Gegenseite, β. Zug zum Pedalggl., δ. durch die Kommissur, ε. zum Pedalggl., γ, ζ, η. zum Visceralggl., com. = Kommissur. cpc. = Cerebropedal = cvc. = Cerebrovisceralkonnektiv. gz. = Zellrinde.

Fig. 92. Schema des Faserverlaufes im Pedalganglion. gp. 1. zum Konnektiv derselben, 2. zu dem der Gegenseite, 3. zu den Nerven der gleichen, 4. der Gegenseite, 5. Zug von der Rinde vor der Mitte zu den Gegennerven, 6. Zug hinter der Mitte zu dem Konnektiv derselben = 6^a zu dem der Gegenseite. 7. Zug hinter der Mitte von der lateralen Zellschicht zu den Nerven derselben Seite. 8. Durchgehendes Bündel vom Cerebralggl. cpc. = Cerebropedalconektiv. gz. = Zellrinde.

Fig. 93. Schema des Faserverlaufes im Visceralggl. gv. 1. und 2. Zug von der lateralen Rinde, hinter der Mitte zur selben Seite nach hinten, 3. Zug vor der hinteren Rinde zur selben Seite, 4. zur Gegenseite nach hinten, 5. Zug vor der Mitte zur selben Seite, 6. Zug von der vorderen Rinde zur selben Seite, 7. durchgehender Nervenzug vom Konnektiv auf derselben Seite, 8. Zug von der lateralen Rinde nach vorn ins Connectiv, 9. Zug von der lateralen Rinde vor der Mitte zur Gegenseite nach hinten, 10. Durch das Konnektiv kommender Faserzug zur Gegenseite. cvc., Ursprünge für die zum Konnektiv gehenden Faserzüge nach vorn, nbr., Züge für den nervus branchialis. gz. = Zellrinden.

Alphabetarisches Verzeichnis der benutzten Litteratur.

1) Bellonci: Über den Ursprung des Nervus opticus und den feineren Bau des Tectum opticum der Knochenfische. Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. 35.

2) Böhmig: Beiträge zur Kenntnis des Zentralnervensystems einiger pulmonaten Gastropoden: Helix pomatia und Limnaea stagnalis. Inaugural-Dissertation. Leipzig 1883.

3) Bronn: Klassen und Ordnungen des Tierreiches. Bd. I, Leipzig und Heidelberg 1862.

4) Buchholz: Bemerkungen über den histologischen Bau des Zentralnervensystems der Süßwassermollusken. Reichert's und du Bois-Reymond's Archiv 1863.

5) Carus und Gerstäcker: Handbuch der Zoologie. Bd. I, Leipzig 1868—1875.

6) Chatin: Citiert nach Hoffmann-Schwalbe: Jahresbericht 1882.

7) Dietl: Die Gewebselemente des Zentralnervensystems bei wirbellosen Tieren. Ber. d. naturw.-med. Ver. Innsbruck 1877.

8) Drost: Über das Nervensystem und die Sinnesepithelien der Herzmuschel etc. Morph. Jahrbuch Bd. XII.

9) Flemming: Die Haare tragenden Sinneszellen in der Haut der Mollusken. Arch. f. mikr. Anat. Bd. V.

10) Flemming: Untersuchungen über die Sinnesepithelien der Mollusken. Arch. f. mikr. Anat. Bd. VI.

11) Flemming: Zur Anatomie der Landschneckenfühler und zur Neurologie der Mollusken. Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. 22.

12) Flemming: Vom Bau der Spinalganglienzellen, in Beiträge zur Anatomie und Embryologie als Festgabe für J. Henle. Bonn 1882.

13) Freud: Über Spinalganglien und Rückenmark des Petromyzon. Wiener Akad. Sitzgsber. 1878.

14) Freud: Über den Bau der Nervenfasern und Nervenzellen beim Fflußkrebs. Wiener Akad. Sitzgsber. 1882.

15) Fritsch: Untersuchungen über den feineren Bau des Fischgehirns. Berlin 1878.

16) Fritsch: Über einige bemerkenswerte Elemente des Zentralnervensystems von Lophius piscatorius L. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XXVII.

17) Gegenbaur: Grundriß der vergleichenden Anatomie. 2. Auflage. Leipzig 1878.

18) Gerlach: Mikroskopische Studien aus dem Gebiete der menschlichen Morphologie. Erlangen 1858.

19) Grube: Über Augen bei Muscheln. Müller's Archiv. 1840.

20) Häckel: Die Gewebe des Flußkrebses. Müller's Archiv 1857.

21) Béla Haller: Untersuchungen über marine Rhipidoglossen. II. Morph. Jahrbuch Bd. XI.

22) Helmholtz: De fabrica systematis nervosi evertebratorum. Dissert. inaug. Berolini 1842.

23) v. Jhering: Vergleichende Anatomie des Nervensystems und Phylogenie der Mollusken. Leipzig 1877.

24) v. Jhering: Die Gehörwerkzeuge der Mollusken in ihrer Bedeutung für das natürliche System derselben. Habilitationsschrift. Erlangen 1876.

25) Jobert: Contribution à l'étude du système nerveux sensitif. Journal de l'anatomie et de la physiologie par Robin 1871.

26) Joseph: Beitrag zur Lehre von den trophischen Nerven. Verhandl. der physiol. Gesellsch. zu Berlin 1885/86 No. 15/16.

27) Leconte et Faivre: Études sur la constitution chimique du système nerveux du sangsue (citiert nach Buchholz [No. 4]).

28) Leydig: Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Tiere. 1857.

29) Leydig: Über das Nervensystem der Anneliden. Arch. f. Anat. u. Phys. von Reichert und du Bois-Reymond. 1862.

30) Leydig: Zur Anatomie und Physiologie der Lungenschnecken. Arch. f. mikr. Anat. Bd. I.

31) Paul Mayer: Über die in der zoologischen Station zu Neapel gebräuchlichen Methoden zur mikroskopischen Untersuchung. Mitteil. a. d. zool. Stat. zu Neapel Bd. II.

32) Hans Schultze: Die fibrilläre Struktur der Nervenelemente bei Wirbellosen. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XVI.

33) Simroth: Über die Sinnesorgane unserer einheimischen Weichtiere. Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. XXVI.

34) Solbrig: Über die feinere Struktur der Nervenelemente bei den Gastropoden. Leipzig 1872.

35) Spengel: Geruchsorgan und Nervensystem der Mollusken. Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. 35.

36) Stannius: Das peripherische Nervensystem der Fische. Rostock 1849.

37) Stricker und Unger: Untersuchungen über den feineren Bau der Großhirnrinde. Wiener Akad. Sitzgsber. 1879.

38) Vignal: Citiert nach Hoffmann-Schwalbe: Jahresber. 1882.

39) Virchow: Die Cellularpathologie 4. Aufl. Berlin 1871.

40) Waldeyer: Untersuchungen über den Ursprung und den Verlauf des Axencylinders bei Wirbellosen und Wirbeltieren, sowie über dessen Endverhalten in der quergestreiften Muskelfaser. Zeitschr. f. rationelle Medizin 1863.

41) Walter: Mikroskopische Studien über das Zentralnervensystem wirbelloser Tiere. Bonn 1863.

Zur Anatomie des Nervensystems der Gymnophionen.

Von

Dr. Julius Waldschmidt.

Aus dem Anatomischen Institut der Universität Freiburg.

Hierzu Tafel XXX—XXXI.

Seit dem Erscheinen des WIEDERSHEIM'schen Werkes über die „Anatomie der Gymnophionen" sind meines Wissens keine Mitteilungen über die Organisation der Schleichenlurche veröffentlicht worden, in welchen das Nervensystem dieser interessanten Amphibiengruppe eine Berücksichtigung erfahren hätte.

Da nun auch in der genannten Schrift speziell das Gehirn nur eine skizzenhafte Behandlung gefunden hat, so folgte ich um so lieber der Aufforderung Prof. WIEDERSHEIM's, dasselbe zum Vorwurf eigener Studien zu machen und womöglich ergänzend einzutreten.

Ich bemerke nun aber im voraus, daß auch in den vorliegenden Untersuchungen und zwar infolge des schwer zu beschaffenden Materiales, beziehungsweise seines oft nur unvollkommenen Erhaltungsgrades, manche Frage noch offen gelassen werden mußte, so daß der Inhalt der folgenden Zeilen keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben kann.

Das mir gebotene Material bestand aus Epicrium glutinosum, Siphonops annulatus und thomensis, sowie aus Coecilia rostrata. [1])

---

[1]) Die beiden letztgenannten Genera verdankt das Freiburger Institut der großen Liberalität der Herren Professoren GREEF und MOEBIUS.

I. Gehirn.

Prinzipielle Unterschiede scheinen bei den verschiedenen Genera der Gymnophionen hinsichtlich ihrer Hirngestaltung überhaupt nicht zu existieren. Die relativ größten Abweichungen beziehen sich einmal auf die mehr spitze oder auf die mehr abgestumpfte Form des Großhirnes, namentlich aber auf die Bildung des Mittel- resp. Hinterhirnes (vergl. Fig. 10, 11, 12, welche die Konturen von Längsschnitten bei Coecilia rostrata, Epicrium glut. und Siphonops annul. darstellen.)

Beim Anblick der Basalfläche des mir vorliegenden, in Taf. XXX, Fig. 1—4 wiedergegebenen, gut konservierten Gehirnes von Siphonops annulatus (was ich mir zur makroskopischen Beschreibung dienen ließ, indem ich mich bei den anderen Gattungen mehr auf Schnittserien beschränken mußte), wird man Anklänge an ein Amphibien- resp. Anurengehirn finden, sofern man sich Infundibulum mit Hypophyse etwas nach abwärts gedrängt denkt.

Dennoch zeigen beide Gehirne starke Abweichungen, was vor allem aus der Rücken- und Seitenansicht erhellt.

Das durch zwei Paare von Riechnerven ausgezeichnete Geruchsorgan bedingt auch im Zentralorgan, d. h. in dem vorderen Abschnitte des Großhirnes, welcher die Lobi olfactorii (Lol.) darstellt, eigentümliche Verhältnisse. Die gewaltigen Riechlappen sind von den eigentlichen Hemisphären durch eine breite Furche (f), ähnlich wie es bei zahlreichen anderen Amphibien der Fall ist, getrennt. In dieser Furche verläuft ventralwärts ein starkes Gefäß (Gef.), welches zwischen Mittelhirn und Hemisphärenwand herauskommt und an letzterer seitlich nach vorn zieht, um dann in der oben genannten Furche mit dem Gefäße der anderen Seite zu konfluieren und weiterhin den höckerigen Vorsprung (tub. I.) des ventralen Olfactorius zu umgreifen (Fig. 3, auch Querschnitt Fig. 16).

Dies soeben erwähnte, halbmondförmige, durch drei Furchen ausgezeichnete Tuberculum olfactorium deckt, an der Grenze zwischen Hemisphäre und Riechlappen liegend, den untern seitlichen Furchenrand.

Die Riechlappen, welche innerlich durch einen gemeinschaftlichen Hohlraum (Seitenventrikel) mit den Hemisphären zusammenhängen, unterscheiden sich äußerlich von diesen, abgesehen von der Ringfurche, auch durch den Charakter ihrer Wandung,

welche auf der Oberfläche nicht glatt, sondern rauh, flockig und nicht so konsistent erscheint.

Was nun das Großhirn selbst betrifft, so hat WIEDERSHEIM in seinem „Lehrbuch für vergl. Anatomie“ bereits darauf hingewiesen, daß die Schleichenlurche in dieser Beziehung weitaus die höchste Stellung unter allen Amphibien einnehmen.

Die Hemisphären (Hms.) sind in der Medianlinie vollständig voneinander getrennt, sie setzen, wie oben erwähnt, unmittelbar an die Lobi olfactorii an und werden nach hinten zu immer massiger, um endlich wieder unter allmählicher Verjüngung klappdeckelartig das Zwischenhirn vollständig, das Mittelhirn zum Teil zu überlagern. Es erhellt dies deutlich aus Fig. 2, 3 und besonders aus 4, auf welcher der Hirnmantel abgetragen st, wodurch der Zusammenhang von Vorder-, Zwischen- resp. Mittelhirn sichtbar wird. Als weitere Bestätigung dafür dient Fig. 8, welche einen Längsschnitt darstellt, der etwas schief zur Längsaxe des Großhirns gefallen und so gefertigt ist, daß die seitlichen äußeren Hirnteile schräg nach vorne abgetrennt sind. Der Seitenventrikel erscheint dabei als ein Spalt, das Mittel- mit dem Zwischenhirn eng verbunden.

Trägt man das Pallium ab, wie bei Fig. 4 und 5 geschehen, so schaut man in die sehr geräumigen, bis in die Riechlappen sich erstreckenden Ventrikel hinein. An der medialen Wand erscheint, ähnlich wie dies auch bei Rana esculenta sowie bei anderen Amphibien der Fall ist, die Hirnsubstanz bauchig vorgetrieben, und auf derselben zeigt sich ein aus der Tiefe heraufziehendes, stark verästeltes Gebilde, der Plexus chorioideus, welcher fontainenartig nach allen Richtungen, aber frei (d. h. nur von Ependym überzogen) in der Ventrikelhöhle ausstrahlt. Die einzelnen Bäumchen, so stark sie auch in Fig. 6 wiedergegeben, sind außerordentlich zart; sie vereinigen sich in der ventralen Medianlinie scheinbar mit dem gleichen System der anderen Seite. Einzelnen Teilen begegnen wir bei jedem Schnitte, welcher die Hemisphären mit den Ventrikeln getroffen, siehe deshalb auch Fig. 9 u. 16—23 bei Pl. ch.

Das Mittelhirn (m), welches sich nach vorne gegen das Zwischenhirn hin röhrenartig auszieht, ist, von oben und der Seite, gesehen (Fig. 2 u. 3) wie ein Keil zwischen die beiden Hemisphären und zwar nahezu bis zu deren Mitte eingeschoben; es ist ungeteilt und besitzt nicht, wie WIEDERSHEIM früher annahm, eine zarte

Längsfurche, sondern zeigt auf seiner Dorsalfläche eine durch zwei Lamellen erzeugte, dachgiebelartige Konfiguration. Jede Lamelle legt sich an die Binnenwand der Hemisphäre an, von welcher sie äußerlich durch Piagewebe etc. kaum getrennt bleibt, basalwärts aber mit ihr verschmilzt; vor dieser Verschmelzungsstelle liegt das Foramen Monroi. Zwischen beiden Lamellen zieht das Mittel- resp. das damit zu einer einheitlichen Masse verbundene Zwischenhirn steil, mit planer Fläche, hinab in den Trichter. Klappt man das Mittelhirn nach vorn (Fig. 7), so sieht man einen Kanal (Aq. S.) darunter her zum IV. Ventrikel resp. in die Rautengrube gehen, welcher an seiner Mündung ventralwärts zwei durch eine Längsfurche (f.) getrennte Hervorragungen (tub.) erkennen läßt. An das Mittelhirn grenzt kein Cerebulum unmittelbar an, sondern es schieben sich zwischen Mittel- und Nachhirn Gefäßplexus und Ependym hinein, welche nach ihrer Entfernung eine starke Lücke zwischen den genannten Hirnteilen zurücklassen (Fig. 4, auch Querschnitt 28 u. 29).

Als Hinterhirn imponierte mir anfänglich ein höckeriger Auswuchs des Nachhirns, welches an seiner Innenfläche entweder einen nach unten winkelig umbiegenden Saum zeigt (Fig. 4), oder einen Vorsprung in den von Plexus erfüllten Raum zwischen Mittel- und Hinterhirn bildet, bei Fig. 8, 9, 10 u. 11. (Ersteres Verhältnis sah ich bei Siphonops, dieses bei Epicrium und Coecilia. Vielleicht handelt es sich hier um generelle Verschiedenheiten, die, näher betrachtet, kaum etwas anderes als eine ungleiche Lagerung homologer Hirnteile bedeuten können. Es wird ihnen nicht mehr Wert beizumessen sein, als den Differenzen in Form und Größe des Zwischen- resp. Mittelhirns, wie sie Querschnitt 19 und 19a, 22 und 22a, 23 und 23a, 24 und 24b, 26 und 26b, 27 und 27b, 29 und 29a ergeben.) Ich habe mich indeß davon überzeugt, daß kein eigentliches Kleinhirn existiert, resp. daß Zwischen-, Mittel- und Hinterhirn zu einer Masse verschmolzen sind.

Das Nachhirn tritt schon, wie Fig. 2 und 7 bezeugen, weit vorne, d. h. im Bereich von Hirnteilen in die Erscheinung, welche bei den übrigen Amphibien stets vorne vor ihm zu liegen pflegen. Es beruht dies darauf, daß das ganze Gymnophionengehirn in seinen einzelnen Abschnitten, vom Zwischenhirn an, in sich zusammengezogen erscheint. Infolge dieses an höhere Vertebraten erinnernden Umstandes ist das Nachhirn basalwärts tief unter das Mittelhirn

hineingeschoben, stürzt also unter starker Verbreiterung ziemlich steil nach vorn und ventralwärts ab (Fig. 3, 5). Die Ränder der nach Ausräumung des Plexus chorioidei weit klaffenden Rautengrube sind von leistenartigen Prominenzen umgeben.

Nachdem ich nur noch kurz der Hypophyse (H) als eines länglichen Gebildes mit einem etwas verdickten kugeligen Ende (dem unmittelbarsten Ausgang des Trichters), sowie der Epiphyse (E), die eine starke regressive Entwicklung erkennen läßt und zwischen Vorder- und Zwischenhirn sichtbar ist, Erwähnung gethan, verweise ich hinsichtlich des Weiteren auf die Ausführungen von Professor Wiedersheim, sowie auf meine eignen darauf bezüglichen Zeichnungen.

Ich wende mich nun zu einer kurzen Besprechung der Querschnitte.

Tafel XXX, Fig. 14 stellt einen Schnitt dar, welcher weit vorne durch den hier noch soliden Lobus olfactorius geht. Derselbe füllt den Schädelraum vollständig aus und wird von seinem Gegenstück durch Pia-Gewebe und größere Gefäße getrennt. Im Innern desselben erscheinen massenhafte Ganglienzellen, welche sich im Zentrum zu einer dicht gefügten ovalen Masse, an der Peripherie aber kranz- oder ringförmig angeordnet zeigen (Ggl.). Einige Schnitte weiter nach hinten (Fig. 15) wird innerhalb der Riechlappen bereits das Ventrikellumen (V.) sichtbar, und bald darauf gewahrt man, wie ihr zuvor gleichmäßig ovales Lumen durch die Ventrikelwand, welche sehr reich mit Ganglienzellen ausgestattet ist, modifiziert wird. Wir befinden uns hier bereits diesseits von der oben beschriebenen Furche, d. h. schon im Großhirn, beziehungsweise im Bereich der eine laterale, ganglienreiche Auftreibung der Hemisphärenwand bewirkenden kolbenförmigen Wurzel des ventralen Olfactorius (s. oben). Man sieht auch hier (Fig. 16) ganz deutlich, wie dieselbe von zahlreichen, feinen Gefäßen umsponnen ist. Gleich nach dem Verschwinden des Tuberculum olfactorium, d. h. weiter in das Großhirn eindringend, sieht man den Ventrikelraum von Schnitt zu Schnitt nach Form und Ausdehnung wechseln. Dies beruht in erster Linie auf dem oben schon (Fig. 5) erwähnten, von der medialen Hemisphärenwand entspringenden, gewaltigen Wulst, welcher einem Corpus striatum (C. st.) entspricht. Die Ganglienschicht bleibt an der oberen medialen Umbiegungsstelle verhältnismäßig stark, nimmt aber gegen die Mitte zu bedeutend ab, so daß also da, wo die Prominenz des Wulstes am größten ist, die Ganglienmasse die

kleinsten Dimensionen aufweist. Fig. 18 deutet durch massenhafte Anhäufung von Ganglien an der basalen Partie der medialen Hirnwand die Stelle an, wo es weiter nach hinten gleichsam zu einer Durchbrechung derselben, beziehungsweise zum Zusammenfluß durch Ventrikelräume beider Seiten kommt. Kurz, wir befinden uns hier im Bereich des Foramen Monroi und zugleich auch schon am ersten Beginn des Trichters (Fig. 19. T.). Eines zwischen beiden Hemisphären liegenden Längsgefäßes (L. Gef.), welches schon in vorigem Schnitte sichtbar wurde und dessen Ausläufer, zum Plexus chorioideus in wichtiger Beziehung stehend, die Hirnsubstanz durchdringen, dürfte hier noch Erwähnung gethan werden.

Um nun noch einmal des Foramen Monroi zu gedenken, so besitzt es nur eine sehr geringe Ausdehnung (Fig. 19), denn schon einige Schnitte später sind die Hirnwände in der Medianlinie wieder geschlossen; gleichzeitig (Fig. 20) sieht man zwischen dieselben von der Dorsalseite her einen an der Schädeldecke befestigten Zapfen einwuchern, dessen solide Wände mit dem keilartig zugespitzten Dach des Zwischenhirnes resp. mit dessen Pialüberzug verschmelzen. Basalwärts davon erscheint der III. Ventrikel. (III. V.)

Jenes zapfenförmige, aus Bindegewebe und Blutgefäßen bestehende Gebilde entspricht der Epiphyse (E), die hier, wie oben schon erwähnt, eine außerordentlich starke Rückbildung erkennen läßt und das Schädeldach nicht durchdringt. Nach abwärts ist der Trichter deutlich; derselbe ist von Ganglien umrahmt, die mit denen der Ventrikelwände direkt zusammenhängen.

Das Foramen Monroi liegt, wie schon gesagt, nach vorn von dieser Stelle, in Schnitt 21 ist von der Zirbel nichts mehr zu sehen, als ein Gewebsrest, der dem Schädel adhaeriert und den Plexus chorioideus zu enthalten scheint. Dieses gefäßreiche Bindegewebe wuchert nun durch eine Oeffnung an der Spitze des zu Tage tretenden Zwischenhirnes in dessen Hohlraum, d. h. in den III. Ventrikel hinein; gleichzeitig bemerkt man zwei seitliche Gefäßdurchschnitte und erkennt deutlich den Zusammenhang des Höhlengraues (C. Hgr.) beider Ventrikelsysteme (Seiten- u. III. Ventrikel). Eine Trennung des letzteren tritt in den folgenden Schnitten 22 u. 23 auf und zugleich sieht man zwischen den Hemisphären und dem Zwischenhirn ein aus der Schädelbasis hervorkommendes arterielles Gefäß zur Ernährung des ersteren sich ausbreiten. Die Spitze des Zwischen- resp. des mit ihm zu einer Masse verbundenen Mittelhirnes zeigt sich weiter nach hinten alsbald wieder geschlossen,

und im Innern erscheint ein feiner, dicht von Höhlengrau umgebener Kanal, der durch einen engen Spalt mit dem III. Ventrikel in Verbindung steht (Aquaeductus Sylvii). In Fig. 23 erblickt man in den unteren seitlichen Partien als erste Andeutung des auftretenden Nachhirns (mdo.) eine Ganglienanhäufung, die lateralwärts die Trigeminuswurzel enthält (V). Während nun das Groß-, Zwischen- und Mittelhirn immer mehr aus dem Bereich der Schnitte fallen, wird das Nachhirn immer größer.

Dasselbe, zunächst paarig, d. h. in zwei Teilen erscheinend, imponiert späterhin, nachdem es sich längst seitlich geöffnet hat, als eine einheitliche Masse, unter welcher im Schnitt die Hypophyse (H.) erscheint. Alle Teile, wie sie Fig. 24 wiedergiebt: die hintersten Enden der Hemisphären, Zwischenhirn, beginnende Nachhirnteile und Hypophyse, werden von stark vascularisiertem Gewebe umgeben und von den betreffenden Gefäßen versorgt. In Fig. 27 endlich ist Mittel- mit Nachhirn vereint, ersteres den Aquaeductus Sylvii, letzteres die Öffnung der vorher benannten Höhlen, welche in die Rautengrube übergehen, enthaltend. Während nun fernerhin vom Mittelhirn nichts mehr sichtbar ist, geht die anfänglich gespaltene Medulla oblongata, überlagert von Ependym und Plexus chorioideus allmählich in das geschlossene Rückenmark über. — Vergl. Fig. 28—31.

II. Nerven.

Olfactorius I: Nach den Untersuchungen Prof. WIEDERSHEIM's handelt es sich bei allen Gymnophionen jederseits um einen dorsalen und einen ventralen Olfactorius; jeder einzelne verzweigt sich mannigfach in der Nasenschleimhaut. Der dorsale Ast (I d) ist, weniger stark und bildet den unmittelbarsten Ausläufer des Lobus olfactorius, während der kräftige ventrale (I v) seitlich von der beschriebenen Furche zwischen Riechlappen und Hemisphäre mit einem 3höckerigen, von einem Gefäße umgriffenen Kolben entspringt und ferner mit mehreren Zacken im Lob. olfactorium selbst wurzelt, siehe Fig. 3 tub. I. Schon durch diese Verhältnisse allein nehmen die Schleichenlurchen eine Sonderstellung in der ganzen Vertebratenreihe ein; denn wenn auch den Salamandrinen und gewissen Anuren ein zweiwurzeliger Riechnerv zukommt, so vereinigen sich doch stets beide Wurzeln nach kurzem Verlauf zu einem einfachen Strang, der sich erst später, d. h. nach seinem Eintritt in die Nasenhöhle

in einen ventralen und dorsalen Ast spaltet. Die Gymnophionen besitzen also bezüglich dieses Verhaltens ein Plus gegenüber den übrigen Amphibien, und dies steht in vollkommenem Einklang mit der hohen, in der ganzen Amphibienreihe einzig dastehenden Ausbreitung ihres Geruchsorganes.

Was den opticus (II) anbelangt, so ist er nur in Form eines äußerst schwachen Fädchens, ungefähr die Mitte der trabecularen Schädelwand durchbrechend, vorhanden. Der Nerv ist so zart, daß man ihn kaum mit unbewaffnetem Auge sehen und vor allem schwer seinen Austritt aus dem Schädel, resp. dem Gehirne gewahren kann. Ziemlich parallel mit ihm, aber mehr caudalwärts entspringend, verläuft der Oculomotorius (III). Derselbe ist stärker als der vorige Nerv und sendet bald nach seinem Austritt eine Anastomose zum II. Trigeminusast. Der Hauptstamm verzweigt sich alsdann in mehrere feine Astchen, deren kräftigster vereint mit einer Trigeminusfaser die Muskulatur des Auges, resp. den unter dem Augapfel gelegenen Muskelstrang (Compressor der Augendrüse nach Wiedersheim) bis zur Spitze umgreift. Eine andere Abzweigung innerviert diesen Muskel scheinbar in seinen hinteren Partien und eine dritte Faser sah ich den unteren Bulbusrand entlang ziehen, ohne jedoch über sein weiteres Schicksal ins reine kommen zu können. Was den N. abducens betrifft, so habe ich denselben ebensowenig wie einen Trochlearis selbständig entspringen sehen, und es erscheint mir nicht unmöglich, daß der Oculomotorius bei den Gymnophionen der einzige Repräsentant aller Augenmuskelnerven ist. Dieser Gedanke liegt um so näher, als die physiologische Leistungsfähigkeit des unter der Haut mehr oder weniger tief verborgenen Sehorgans entweder ganz auszuschließen oder auch nur als eine minimale zu bezeichnen ist.

Der Trigeminus (V) ist der stärkste und bestentwickelte Hirnnerv; er entspringt an den seitlichen Spitzen des Nachhirns (s. oben) und tritt in zwei Partien aus dem Schädel. Die erstere und obere bildet den R. ophthalmicus (V^1), ein einwurzeliger, kräftiger Nerv, der bald nach seinem Erscheinen eine Verbindung mit dem Ganglion Gasseri eingeht und dann als einheitlicher Stamm nach vorn verläuft. Vor seinem Eintritt in das Cavum nasale teilt er sich in einen oberen und einen schwächeren unteren Ast; ersterer überschreitet unter steter Verästelung den sich fächerförmig ausbreitenden dorsalen Olfactorius und zieht nach vorne zur Schnautzenspitze; dieser verläuft dem

unteren Nasenhöhlenrande entlang nach vorne. Der II. und III. Quintusast treten in Form eines gemeinsamen Stranges durch den Schädel hindurch, entspringen aber als zwei getrennte Fäden dicht hintereinander und zwar der zweite Ast (V^2) mit einfacher Wurzel, der dritte (V^3) aber unmittelbar hinter dieser mit zahlreichen Fäserchen. Beide Nerven vereinigen sich nach ihrem Austritt aus dem Schädel zu einem starken Ganglion (Ggl. G.), um alsdann definitiv in die gewöhnlichen Ober- und Unterkieferäste zu zerfallen. An dieser Stelle muß ich noch eines, bei der Gattung Epicrium gefundenen Hautnerven Erwähnung thun — ob aus dem Ganglion Gasseri (was mir das Wahrscheinlichere) oder besonders entspringend, konnte ich seiner außerordentlichen Feinheit wegen nicht feststellen. Derselbe erscheint (ganz, wie ich ihn (nur deutlicher) beim Axolotl gesehen und wie ihn J. G. Fischer in seinen „anatom. Abhandlungen der Perennibranchiaten und Derotremen“ als „Analogon der bei Fischen ausgebildeten, vorderen Partie der Seitennerven“ hinstellt und somit „als einen Teil der vom Facialis stammenden Verstärkungswurzel ansieht“) zwischen Masseter und Temporalis und verläuft äußerst zart unter der Haut, feinere Fäserchen unterwegs abgebend, nach vorne zur Nasengegend.

Der R. supramaxillaris (V^2) nun empfängt bald nach seinem Austritt aus dem Ganglion die oben erwähnte Anastomose des Oculomotorius, verzweigt sich gerade vor seinem Verschwinden unter den Augenmuskeln in einen oberen und einen unteren Teil. Die Fasern der oberen Portion verschmelzen resp. verlaufen mit der unteren Partie des I Trigeminusastes, der andere Zweig erstreckt sich am Rande des Oberkiefers entlang als R. buccalis (r. b.) frontalwärts. Aus dem II. Trigeminus entspringen sodann zwei Fasern, welche sowohl gleiche Stärke, wie ziemlich gleichen Verlauf haben und als R. R. labiales (r. r. l.) anzusprechen sind. Ferner sah ich noch eine Vereinigung des II. und III. Quintusastes, wie bei niederen Fischen (Polypterus) vorhanden, behufs Innervation der vorliegenden Muskulatur. — Diesen kurzen Nerv fand ich ein anderes Mal aus dem Ganglion Gasseri direkt entspringen.

Der R. mandibularis (V^3) endlich zeichnet sich in keiner Weise von dem 3. Quintusaste der Fische aus; er ist, wie überall, der stärkste von allen und giebt hier wie dort nach seinem geraden Verlaufe zum Unterkiefer Zweige an dessen äußerer und innerer Seite ab.

Vor und unter dem R. mandibularis fand ich ein sehr feines Fädchen (r. p.), welches hart am Schädel liegend, an den R. palatinus erinnert. Seinen Ursprung konnte ich indeß ebensowenig wie seinen endgültigen Verlauf feststellen, wohl gewahrte ich sein Verschwinden unter dem Compressor der Augendrüse, nachdem er zuvor ein zartes Astchen nach unten abgesandt hatte.

Unmittelbar hinter dem Trigeminus kommt der Facialis (VII) aus dem Schädel. Dieser Nerv ist einwurzelig, schwillt darauf zu einem kleinen Ganglion an, von dem eine Commissur zum Ganglion Gasseri führt. Der Verlauf des Facialis ist ein einfacher, er gibt, wie alle ferneren Hirnnerven eine Faser an den Sympathicus ab und verästelt sich erst in seinem unteren Teile, um sich hauptsächlich auf der Innenseite des Unterkiefers (m. mylo-hyoideus) zu verbreiten. Hinsichtlich des n. acusticus (VIII) bin ich nicht ganz ins klare gekommen, ob es sich um ein höchst schwaches, rudimentäres Gebilde ohne nervöse Substanz, wie ich es zweimal zum oberen Rande der Gehörkapsel ziehend zu sehen glaubte, handelt, oder ob gar kein Hörnerv vorhanden ist. Ich habe ihn bei mehreren Exemplaren vergeblich gesucht. Die Annahme scheint mir sehr wahrscheinlich, daß die Schleichenlurche, wie dies ja auch G. Retzius betont, keine Gehörsempfindung besitzen.

Der dicht vor und mit dem Vagus entspringende Glossopharyngeus (IX) sendet gleich nach seinem Austritt ein sehr feines, sich wieder teilendes Fädchen in die Tiefe zum Pharynx und zwar, bevor er mit dem Sympathicus anastomosiert; im übrigen versorgt der Nerv wie überall, vielfach verzweigt, die Gegend des ersten echten Kiemenbogens.

Der Vagus (X) erscheint, in mehreren Wurzeln entspringend, nach Verlassen des Knochens als ein kräftiger Nerv; er schwillt zu einem Ganglion an, welches mit einem sympathischen Ganglion verbunden ist, teilt sich dann in zwei Hauptteile, geht aufs neue Beziehungen zum Sympathicus ein und begibt sich mit seiner Hauptfortsetzung zum Vorderdarm. Er anastomosiert mit dem Hypoglossus (XII), welcher gleich nach seinem Austritt in zwei Ästchen erscheint und eine Faser vom Sympathicus erhält. Hierauf dringt er zur Muskulatur in die Tiefe.

Es verdienen endlich noch die Spielnerven Beachtung, doch kann ich hier dem von Herrn Prof. Wiedersheim in seiner

„Anatomie der Gymnophionen" Gesagten nichts hinzufügen, die Angaben in vollem Umfange nur bestätigen.

Zusammenfassung.

Der Schwerpunkt der ganzen Gehirnorganisation der Gymnophionen liegt in der außerordentlich starken Ausbildung des sekundären Vorderhirnes einer-, sowie in der starken Zusammenschiebung der einzelnen Hirnabschnitte anderseits. Beides wird bei den übrigen Amphibien lange nicht in dem Grade beobachtet und zwar zum allerwenigsten bei den Urodelen, wie denn auch manches andere darauf hinweist, daß die Urform der Schleichenlurche ungleich näher mit jenen geschwänzten Amphibien verwandt gewesen sein muß, aus welcher sich die heutigen Anuren entwickelten. Von der Seite betrachtet, zeigt übrigens das Gymnophionengehirn bezüglich der Niveauverhältnisse der Medulla oblongata zu den weiter nach vorne gelegenen Hirnpartieen auch Anklänge an das Ganoïden- und Dipnoërgehirn (vergl. R. Wiedersheim, Lehrbuch etc. II. Aufl. pag. 296, 297), doch läßt sich ein Vergleich im speciellen nicht wohl durchführen.

Bemerkenswert ist die starke Entwicklung der Riechlappen, welche nahezu ein Drittel der ganzen Hemisphärenmasse ausmachen und die sich, entsprechend ihrer hohen physiologischen Aufgabe, durch einen großen Gefäßreichtum auszeichnen.

Durch den hier allein vierfach auftretenden Nervus olfactorius, sowie durch die außerordentlich komplizierte Struktur der Nasenhöhle [1]) erreicht das Riechorgan der Gymno-

---

1) Die von Blaue für Fische und Urodelen festgestellte, auf ursprüngliche Hautsinnesorgane zurückweisende histologische Struktur der Riechschleimhaut kann ich auch für die Gymnophionen bestätigen. Allein es handelt sich bei diesen nicht mehr um abgeschlossene zirkumskripte Geruchsknospen, wie sie z. B. Blaue in seinen „Untersuchungen über den Bau der Nasenschleimhaut" etc. (Archiv für Anatomie und Physiologie 1884) unter Fig. 38 bei Triton darstellt, sondern man befindet sich bei den Schleichenlurchen auf vorgeschrittener Stufe, indem bei meiner Zeichnung Fig. 13a das Riechepithel nicht nur den größten Teil der Nasenhöhle einnimmt, sondern dasselbe auch kontinuierlich zusammenhängt und nur an der lateralen Umbiegungsstelle von indifferentem Epithel unterbrochen, resp. durch dies ersetzt wird. Vergl. auch die Blaue'schen Wiedergaben 32 und 33 (l. c.) der Regio olfactoria einer Salamanderlarve.

phionen eine Ausbildung, welche es befähigt, für die nur kümmerlich entwickelten übrigen höheren Sinnesorgane ergänzend einzutreten und im Kampfe ums Dasein eine hervorragende Rolle zu spielen. WIEDERSHEIM (l. c.) hat dem Gedanken Raum gegeben, es möchte sich bezüglich der Riechnerven bei den Gymnophionen um die Fortdauer eines ursprünglichen Verhaltens handeln und zwar der Art, daß das dorsale Nervenpaar der hinteren, das ventrale der vorderen Wurzel eines Spinalnerven entspreche. Seit jener Zeit sind sieben Jahre vergangen und die Frage nach der morphologischen Bedeutung des Geruchsorganes der Wirbeltiere ist durch eine große Zahl wissenschaftlicher Arbeiten in eine ganz neue Phase getreten. Ich sehe mich auf Grund derselben veranlaßt, den Versuch zu wagen, die WIEDERSHEIM'sche Auffassung durch eine andere wahrscheinlichere zu ersetzen.

Ich betrachte die ventrale Olfactoriuswurzel als die ursprüngliche und zugleich als diejenige, welche dem Riechnerven aller übrigen Wirbeltiere homolog ist. Die dorsale dagegen halte ich für ein sekundäres, erst später aufgetretenes Gebilde, welches erst in die Erscheinung trat, als das Riechorgan, in Anpassung an die veränderte Lebensweise, das Übergewicht über die übrigen Sinnesorgane gewann.

Einen strikten Beweis hierfür vermag ich allerdings nicht zu liefern und möchte nur dem Wunsche Ausdruck geben, daß die von den Herren SARASIN in Aussicht gestellte Entwicklungsgeschichte von Epicrium glutinosum hier ergänzend eintreten möge.

Das nur schlecht individualisierte, d. h. als besonderer, scharf abgegrenzter Abschnitt kaum vorhandene Zwischenhirn ist wohl auf Rechnung des rudimentären Sehorgans zu setzen, und Hand in Hand mit dem rudimentären Charakter dieses Hirnteiles geht auch die Epiphyse.

Ich muß übrigens gestehen, daß mir letzterer Umstand aus dem Grunde sehr unerwartet gekommen ist, weil die WIEDERSHEIM'schen Untersuchungen es mehr als wahrscheinlich gemacht hatten, daß wir in den Schleichenlurchen den letzten, allerdings stark modifizierten Rest der Stegocephalen aus der Kohlenperiode zu erblicken haben. Nun besitzen aber bekanntlich alle Vertreter dieses alten Molchgeschlechtes auf der Schädeloberfläche ein wohl ausgeprägtes Foramen parietale, und letzteres be-

rechtigt, wie dies in jüngster Zeit für zahlreiche recente Saurier festgestellt worden ist, zur Annahme eines wohl entwickelten Parietalauges. Hiervon ist nun bei den Gymnophionen nicht nur keine Spur mehr nachzuweisen, sondern die Epiphyse befindet sich sogar in einem viel stärkeren Grade der Rückbildung, als dies bei irgend einem anderen heute lebenden Amphibium zu konstatieren ist. Dazu kommt noch, daß alle Genera der Gymnophionen keine Andeutung eines Scheitelloches, sondern vielmehr ein hermetisch geschlossenes Schädeldach besitzen.

Aus alledem erhellt, daß dieser Amphibiengruppe das dritte Auge schon vor sehr langer Zeit verloren gegangen und daß dabei das nächtliche Leben derselben eine wesentliche Rolle gespielt haben wird.

Gern benutze ich noch diesen Anlaß, Herrn Professor Wiedersheim für die vielfachen, liebenswürdigen Bemühungen um Beschaffung des nötigen Materials etc., sowie für das rege Interesse, welches er meiner Arbeit schenkte, meinen herzlichen Dank auszusprechen.

Freiburg i.B., Ende August 1886.

Figurenverzeichnis.

Tafel XXX.

Fig. 1. Gehirn von Siphonops annulatus (5 $^1/_2$ fache Vergrößerung) in Ventralansicht.
„ 2. Dasselbe in Dorsalansicht.
„ 3. Dasselbe in Seitenansicht.
„ 4. Dasselbe ohne Großhirn.
„ 5. Dasselbe nach Abtragung des Hirnmantels.
„ 6. Plexus chorioideus, stark vergrößert.
„ 7. Nach vorne geklapptes Mittelhirn.
„ 8. Gehirn von Siphonops thomensis, im seitlichen Längsschnitte.
„ 9. Gehirn von Epicrium glutinosum, im mittleren Längsschnitt.
„ 10. Umriß eines mittleren Längsschnittes von Coecilia rostrata.
„ 11. Ein identischer Schnitt von Epicrium glutinosum.
„ 12. Ein do. do. von Siphonops annulatus.
„ 13. Durchschnitte durch die Regio olfactoria: a. total, b. partiell, vergrößert, c. einzelne Zellen: α = Riechepithel, β = indifferentes Epithel.

I d. dorsaler n. olfactorius.
I v. ventraler n. olfactorius.
Lol. Lobus olfactorius.
Gef. Gefäß.
Hms. Großhirnhälften.
m. Mittelhirn.
z. Zwischenhirn.
Crb. Hinterhirn.
Mdo. Nachhirn.
J. Trichter.
H. Hypophyse.
E. Epiphyse.
Pl. ch. Plexus chorioideus.
P. Pallium.
For. M. Foramen Monroi.

Aq. S. Aquaeductus Sylvii.
tub. Höcker.
tub. I. Tuberculum olfactorium.
f. Furche.
S. v. Seitenventrikel.
Pl. Plexus.
Fig. 14—31. Querschnittserie (Lobus olfact. — medulla spinalis.) von Siphonops annulatus.
Fig. 19 identisch mit 19 a von Epicrium glutinosum.
„ 22 „ „ 22 a „ „ „
„ 23 „ „ 23 a „ „ „
„ 24 „ „ 24 b „ Coecilia rostrata.
„ 26 identisch mit 26 b von Coecilia rostrata.
„ 27 „ „ 27 b „ „ „
„ 29 „ „ 29 b „ „ „
Ggl. Ganglienzellen.
P G. Pialgewebe mit Gefäßen.
S. V. Seitenventrikel.
Hms. Hemisphären.
tub. I. Tuberculum olfactorium.
P. Gef. Pia-Gefässe.
Pl. ch. Plexus chorioideus.
C. st. Corpus striatum.
E. Epiphyse.
III. V. III. Ventrikel.
M. Mittelhirn.
Z. Zwischenhirn.
T. Infundibulum.
C. Hgr. Centrales Höhlengrau.
Mdo. Medulla oblongata.
V. n. trigeminus.
H. Hypophyse.
Aq.-S. Aquaeductus Sylvii.
L. Gef. Längsgefäß.

Tafel XXXI.

Fig. 32. Seitenansicht von Siphonops annulatus, 5fach vergrößert, mit Nervenaustritt und -Verlauf.
Fig. 33. Dasselbe Gehirn mit den Nervenursprüngen.
I d. dorsaler n. olfactorius.
I v. ventraler n. do.
II. n. opticus.
III. n. oculomotorius.
V^1. R. ophthalmicus.
V^2. R. supramaxillaris.
r. b. R. buccalis.

r. r. l.	R. R. labiales.
V^3.	R. mandibularis.
r. p.	R. palatinus.
G. G.	Ganglion Gasseri.
VII.	n. Facialis.
VIII.	n. acusticus.
IX.	n. glossopharyngeus.
X.	n. vagus.
XII.	n. hypoglossus.
I.-Sp.	Erster Spinalnerv.
S.	n. Sympathicus.

Über den Befruchtungs- und Teilungsvorgang des tierischen Eies unter dem Einfluſs äuſserer Agentien.

Von

Dr. Oscar Hertwig und **Dr. Richard Hertwig.**

Viertes Kapitel.

Beurteilung der Beobachtungen.

Als wir vor einigen Jahren die experimentellen Untersuchungen über die Teilung und Befruchtung des Eies begannen, wurden wir von dem Gesichtspunkt geleitet, daß hier Prozesse vorliegen, welche mit großer Gesetzmäßigkeit ablaufen, trotzdem aber nicht so sehr befestigt sind, daß sie nicht durch äußere Einflüsse abgeändert werden könnten. So war denn zu hoffen, daß man in der Erkenntnis dieser Prozesse weiter gelangen würde, wenn man durch Einführung bestimmter äußerer Faktoren ihren Verlauf modifizierte und die dadurch gesetzten Veränderungen einem genauen Studium unterwürfe. Es war zu hoffen, daß man von der Qualität der abändernden Eingriffe einen Rückschluß würde machen können auf die Kräfte, welche die Gesetzmäßigkeit der normalen Vorgänge gewährleisten.

Der damit eingeschlagene Weg ist langwierig und wird erst allmählich zu festen Resultaten führen, vielfach wird er zunächst nur die Zahl der unverstandenen Erscheinungen vermehren und Beobachtungen fördern, welche jetzt noch wie Curiosa erscheinen und von denen man auch nicht absehen kann, ob sie überhaupt einmal Bedeutung gewinnen werden. Daß daneben aber schon jetzt viele wichtige und sichere Ergebnisse gefördert werden können, welche

irrtümliche Ansichten beseitigen und durch neue, besser begründete verdrängen werden, glauben wir durch unsere früheren Untersuchungen gezeigt zu haben und hoffen es auch durch die hier neu mitgeteilten Beobachtungen zu beweisen.

Wir haben lange geschwankt, ob es zweckmäßig sei, bei der Ausarbeitung des allgemeinen Teils uns auf eine übersichtliche Zusammenstellung der wichtigsten von uns gewonnenen Beobachtungen zu beschränken, oder ob wir den Versuch machen sollten, zugleich auch die Frage nach den bei der Befruchtung und Teilung wirksamen Kräften zu erörtern. Obwohl wir nun uns vollkommen bewußt sind, wie wenig Angriffspunkte der kausalen Beurteilung gegeben sind, und unsere Untersuchnng nur als eine erste Rekognoszierung auf einem weiten und dunklen Gebiet betrachten, haben wir uns gleichwohl zu dem an zweiter Stelle genannten Verfahren entschlossen, hauptsächlich wegen des heuristischen Wertes, welchen dasselbe besitzt. Für den weiteren Fortgang der begonnenen experimentellen Studien ist schon viel gewonnen, wenn es gelingt, die Fragestellung bestimmter zu fassen und neue Gesichtspunkte zur Anstellung weiterer Versuche zu entwickeln. Dazu wird man aber erst gelangen, wenn man anfängt den Vorrat an Beobachtungen und Experimenten, so klein derselbe auch sein mag, auf seine Beweiskraft zu prüfen und kritisch zu sichten. Wir selbst sind auf eine ganze Reihe wichtiger experimentell zu lösender Frage erst geführt worden, als wir untersuchten, inwieweit die angestellten Experimente geeignet sind, um eine klarere Erkennung der dem Protoplasma und dem Kern zukommenden Eigenschaften anzubahnen.

Die Experimente, welche wir im speziellen Teil mitgeteilt haben, sind angestellt worden, um durch chemische, thermische und mechanische Eingriffe den normalen Verlauf von 3 Prozessen abzuändern: 1. den Verlauf der äußeren Befruchtungserscheinungen oder sagen wir kurz der Besamung, 2. den Verlauf der inneren Befruchtungserscheinungen und 3. den Verlauf der Teilung. Der allgemeine Teil gliedert sich demgemäß ebenfalls in 3 Abschnitte, zu dem dann noch ein vierter hinzukommt, welcher die Wirkungsweise der angewandten Agentien im allgemeinen behandelt. Um nämlich die von uns künstlich erzeugten Modifikationen der Befruchtung und Teilung richtig beurteilen zu können, muß man sich zuvor darüber Klarheit verschaffen, wie überhaupt die chemischen, thermischen und mechanischen Eingriffe auf Protoplasma und Kern wirken.

---

1. Abschnitt.

Über die Einwirkungsweise der angewandten Agentien.

Um die Einwirkungsweise von Agentien auf die Geschlechtsprodukte zu verstehen, haben wir dieselben in verschiedener Stärke angewandt; wir haben bei chemischen Körpern die Konzentration der Lösung variiert und bei Wärme größere oder geringere Temperatur benutzt. Denn es ist bekannt, daß der Einfluß von Lösungen bei zunehmender Konzentration in das Gegenteil von dem, was man bei schwachen Lösungen beobachtet hat, umschlagen kann.

Ferner kommt die Zeitdauer der Einwirkung in Betracht. Starke Lösungen veranlassen in kurzer Zeit häufig Erscheinungen, welche von schwachen Lösungen nach längerer Dauer ebenfalls herbeigeführt werden. Jede durch äußere Einflüsse verursachte Veränderung ist somit ein Produkt von der Energie und von der Dauer der Einwirkung. Um nun eine kurze Ausdrucksweise zu gewinnen, welche zugleich auch auf die mechanischen und thermischen Einflüsse paßt, wollen wir im folgenden von schwachen, mittelstarken und starken Agentien reden, ohne immer zu analysieren, wieviel von der Einwirkung auf Rechnung der Zeitdauer oder der Energie gesetzt werden muß.

Die Bezeichnungen „schwache und starke Agentien" bedürfen noch der Erläuterung, da wir Mittel, welche direkt untereinander gar nicht vergleichbar sind, auf sehr verschiedenartige Prozesse haben einwirken lassen. Es hat sich für uns die Notwendigkeit herausgestellt, eine bestimmte Einwirkungsweise als Maßstab überall zu Grunde zu legen; als solche wird sich am besten diejenige Reaktion empfehlen, in welcher zwischen allen angewandten Mitteln die größtmögliche Übereinstimmung herrscht, und so wird unser Augenmerk auf die Polyspermie gelenkt. Alle benutzten chemischen Körper von einer bestimmten Konzentration und Einwirkungsdauer an, sowie die Erwärmung und die mechanische Erschütterung stimmen darin überein, daß sie, auf unbefruchtete Eier angewandt, dieselben der Fähigkeit berauben, dem Eindringen von mehr als einem Spermatozoon Widerstand zu leisten. Wir wollen nun als schwache Agentien solche bezeichnen, bei denen die ersten Merkmale von Vielbefruchtung auftreten, bei denen ein großer Teil der Eier noch normal befruchtet ist, während in andere

schon 2, hier und da vielleicht auch 3 Spermatozoen eingedrungen sind.

Von starken Agentien wollen wir sprechen, wenn ihre Itensität so sehr gesteigert ist, daß fast bei allen Eiern Überfruchtung durch 4, 5 und mehr Spermatozoen herbeigeführt wird. Man kann dann die angewandte Bezeichnungsweise durch folgende Tabelle [1]) erläutern.

1. Schwache Agentien, welche hie und da Doppel- und Dreifachbefruchtung verursachen, sind:

1.	Nikotin	10 Min. 1 Trpf. Extr.: 1000 Wasser	od. 5 Min. 1 : 200
2.	Strychnin	20 Min. 0.005 %	od. 10 Min. 0.01 %
3.	Morphium	2 Std. 0.1—0.2 %	od. 1/4 Std. 0.6 %
4.	Cocain	5 Mn. 0,025 %	?
5.	Chinin	5 Mn. 0.005 %	od. 5 Mn. 0.05 %
6.	Chloral	12 „ 0.2 %	
7.	Wärme	10 „ 31° C.	

2. Starke Agentien, bei deren Anwendung fast überall 4, 5 und mehr Spermatozoen eindringen, sind:

1.	Nikotin	20 Mn.	1 : 1000	oder 5 Mn.	1 : 100
2.	Strychnin	20 „	0.01 %	„ 5 „	0.1 %
3.	Morphium	5 Std.	0.4 %	„ 2 1/2 Std.	0.6 %
4.	Cocain	5 Mn.	0.1 %		
5.	Chinin	1 Std.	0.005 %	„ 10 Mn.	0.05 %
6.	Chloral	3 „	0.2 %	„ 5 „	0.5 %
7.	Wärme	45 Mn.	31° C.	„ 5 „	35° C.

Während die angewandten Mittel darin, daß sie Polyspermie veranlassen, übereinstimmen, sind sie im übrigen von einander sehr verschieden und zwar können wir im ganzen 3 Gruppen bilden: auf der einen Seite stehen Chinin und Chloral, wahrscheinlich auch das nicht genügend untersuchte Cocain, auf der anderen Seite Nikotin und Strychnin, eine mittlere Stellung nimmt das Morphium ein. Der Einwirkungsweise von Chinin und Chloral nähert sich übermäßige Erwärmung.

Die Erscheinungen, bei welchen die Unterschiede zu Tage

1) Zu dieser Tabelle bemerken wir, daß wir selbst am meisten ihre Unzulänglichkeit beklagen. Es müßten, da die frischen Eier selbst je nach dem Muttertier sehr verschiedenartig sind, die Versuche zahlreicher und noch methodischer angestellt werden. Immerhin ist die Tabelle geeignet zu erläutern, was angestrebt werden müßte.

treten, sind folgende: 1. die Bewegungen der Spermatozoen, 2. die Bildung der Befruchtungshügel, 3. die Teilung der Eier, 4. die karyokinetischen Vorgänge, 5. die Protoplasmastrahlung.

1. Die Bewegungen der Spermatozoen werden durch geringe Dosen von Chinin und Chloral vollkommen zum Stillstand gebracht. Da die Spermatozoen bei Zusatz von frischem Seewasser zu neuem Leben erwachen, so werden sie nicht getötet, sondern erfahren nur eine Lähmung ihrer Kontraktilität. Die Befruchtungsfähigkeit des Samens wird nicht verändert; wenn bei frischem Wasserzusatz die ersten schwachen Bewegungen auftreten, beginnen auch ganz normale Befruchtungen der Eizellen. Mit Erwärmung haben wir nicht experimentiert, glauben aber mit ziemlicher Sicherheit voraussagen zu können, daß sie ähnlich wirken wird.

Morphium scheint auf den männlichen Samen gar keinen Einfluß auszuüben, ebensowenig mittelstarke Lösungen von Strychnin und Nikotin; denn in Lösungen, welche bei kurzer Einwirkung schon befähigt sind Polyspermie zu erzeugen, schwimmen die Spermatozoen noch nach 2 Stunden lebhaft beweglich herum. Wir haben zwar auch mit Nikotin das Sperma seiner Bewegungsfähigkeit beraubt, aber es geschah das erst nach 1stündiger Einwirkung einer sehr starken Lösung, in welcher die Eier sofort zu Grunde gehen würden, und bei der es daher recht wohl möglich wäre, daß die gesamte Lebensenergie der Samenfäden, vielleicht sogar ihre chemische Konstitution, Veränderungen erfahren hatte. Jedenfalls muß man vorsichtig sein, hier von einem unmittelbaren Einfluß auf die Kontraktionsfähigkeit der Elemente zu reden.

2. Die Bildung der Befruchtungshügel, jener Erhebungen des Eiprotoplasma, welche die Eintrittsstelle der Spermatozoen markieren, leidet bei Chinin- und Chloralbehandlung und zwar scheinen sie durch Chinin noch mehr als durch Chloral verkleinert zu werden. Schwache Erwärmung bewirkt anfangs eine Vergrößerung der Befruchtungshügel; bei längerer Dauer und höheren Graden dagegen ähnelt sie der Chininwirkung; die Bildung der Befruchtungshügel kann hier sogar ganz unterbleiben, wenn z. B. die Erwärmung auf 32° Celsius 1 Stunde lang fortgesetzt wird, oder wenn hohe Temperaturen von 35—40° nur kurz angewandt werden.

Morphium verhält sich indifferent, höchst auffällig dagegen Strychnin und Nikotin. Selbst bei hochgradiger Polyspermie sind die Hügel äußerst deutlich, und nicht unwesentlich größer als bei normaler Befruchtung, während man doch eher hätte er-

warten sollen, daß das Eiplasma weniger zur Bildung geeignet ist, wenn es an vielen Orten gleichzeitig in Anspruch genommen wird. Als einen recht in die Augen springenden Fall heben wir hervor, daß bei Behandlung der Eier mit einer 0.25 % Lösung zahlreiche große Befruchtungshügel sich bilden, obwohl dann in der Abhebung der Eimembran schon eine Verlangsamung eintritt.

3. Über den Einfluß der Agentien auf die Eiteilung haben wir ein sehr umfangreiches Material gesammelt; dasselbe bringt den oben hervorgehobenen Gegensatz zwischen den beiden Gruppen recht deutlich zum Ausdruck. In einer 0.6 % Morphiumlösung teilen sich die Eier fast ungestört, in einer 0.1 % Lösung entwickeln sie sich sogar einen ganzen Tag normal, auch wenn das Wasser nicht gewechselt wird. Strychnin und Nikotin sind fast unschädlich auch in Lösungen, welche schon hochgradige Polyspermie erzeugen. Dagegen lähmen Chinin, Chloral und Wärme die Teilungsfähigkeit des Eies in hohem Grade. Der Teilungsprozeß wird um ½ Stunde hinausgeschoben, wenn Eier, welche auf dem Hantelstadium stehen, auch nur 10 Minuten lang in einer 0.05 % Chininlösung belassen werden; eine Dauer von 20 Minuten hat eine weitere Verzögerung von 15 Minuten zur Folge; bei einer halbstündigen Dauer wird die Gesamtverzögerung sogar auf 1½ Stunden erhöht. Vielfach erhält das Ei überhaupt seine vollkommene Teilungsfähigkeit nicht wieder, so daß Knospenfurchungen entstehen. Vollkommener Stillstand der Teilung tritt sicher bei starken Lösungen ein.

Noch intensiver wirken Chloral und Wärme; namentlich ist hier die Nachwirkung so außerordentlich auffallend, bei Wärme wiederum mehr als bei Chloral. Es scheint, als ob Eier, welche nur 10 Minuten lang in Wasser von 32° C. verharrt haben, nie ihre volle Teilungsfähigkeit wieder gewinnen.

4. Die Veränderungen, welche Chinin und Chloral bei der Eiteilung hervorrufen, beschränken sich nicht auf das Protoplasma, sondern ziehen auch den Kern in Mitleidenschaft. Wenn dieser sich schon zur Spindel gestreckt hat und unter den Einfluß der genannten Reagentien gerät, wird er nicht nur in seiner Weiterentwicklung gehemmt, sondern erleidet sogar eine regressive Metamorphose und wird wieder zu einem Bläschen. Die übrigen Stoffe sind dagegen indifferent.

5. Sehr wichtig ist endlich für uns das Verhalten der angewandten Reagentien gegenüber den Strahlungserscheinungen, welche sowohl während der Befruchtung als auch während der

Teilungen auftreten. Dieselben werden bei Chloral- und Chininbehandlung, ebenso durch hochgradige Erwärmung gänzlich unterdrückt; entweder kommen sie gar nicht zur Ausbildung oder sie verschwinden wieder, wenn sie schon vor der Behandlung vorhanden waren. Erst spät, wenn die Chloral- und Chininlösung gut ausgewaschen und die Einwirkungen vorübergegangen sind, tritt Strahlung von neuem auf, sie kann bei den mit Chinin behandelten Eiern sogar dann stärker sein als normal, erreicht dagegen bei Chloralanwendung und Erwärmung nie ihre volle Intensität wieder. In der Nachwirkung besteht somit auch hier wieder ein auffälliger Unterschied zwischen Chinin einerseits und Chloral und Wärme andererseits.

Während Morphium sich indifferent verhält oder nur geringfügig der Strahlung entgegenwirkt, haben Nikotin und Strychnin den entgegengesetzten Effekt. Namentlich durch Strychnin wird die Strahlung in hohem Maße gesteigert. Selbst wenn eine 0.25 °/₀ Lösung 10 Minuten lang gewirkt hatte, war die Strahlung der Spermakerne sehr deutlich; eine Abschwächung, aber keineswegs vollkommene Unterdrückung, trat erst bei einer Anwendung während 25 Minuten ein.

Wenn wir die soeben zusammengestellten Verhältnisse nun noch einmal überblicken, um einen Rückschluß auf die Einwirkungsweise der Reagentien zu machen, so scheint uns am meisten Klarheit zu herrschen soweit als es sich um die Kontraktilitätserscheinungen der Geschlechtsprodukte handelt. Diese werden unzweifelhaft durch Chinin und Chloral herabgesetzt, wie man es am deutlichsten an der Lähmung der Spermatozoen erkennen kann. Aber auch das Unterbleiben der Teilung und die retrograde Verwandlung des Kerns sind wohl Zeichen, daß die Befähigung zu aktiver Bewegung vorübergehend aufgehoben wird. Umgekehrt scheinen Nikotin und Strychnin die Kontraktilität in geringem Maße zu erhöhen. Wir stellen die Ansicht nur als eine Vermutung auf und werden dabei durch die Wahrnehmung bestimmt, daß die genannten Reagentien eine verstärkte Bildung der Befruchtungshügel veranlassen, in denen sich doch eine lokale Kontraktion des Plasma's ausspricht. Um sichere Ergebnisse zu gewinnen, müßte man methodischer, als wir es gethan haben, untersuchen, ob die beiden Substanzen in geeigneten Lösungen eine Beschleunigung der Eiteilung oder der Spermatozoenbewegung zur Folge haben.

Wenn die Ansicht richtig ist, daß Chinin und Chloral lähmend, Nikotin und Strychnin in geringem Maße erregend auf die Kontraktilität des Eies wirken, so ist damit ein neuer Gesichtspunkt gewonnen für die

Deutung der Strahlungserscheinungen im Innern des Eies.

Da dieselben aufgehoben werden durch lähmende Reagentien, eine Steigerung erfahren durch erregende Mittel, so hätte man Ursache die Strahlungsfigur als Ausdruck einer im Protoplasma vor sich gehenden Kontraktion aufzufassen.

Nach unserer Ansicht sind der Spermakern und die Enden des Furchungskerns Reizzentren, welche auf das Protoplasma erregend einwirken. Es ist naturgemäß, daß die homogenen Bestandteile des Plasma's, welche Sitz der Kontraktilität sind, nach dem Punkte der Erregung hinströmen und hier eine Anhäufung erzeugen; es ist aber ferner naturgemäß, daß die Bewegung in radialen Bahnen fortschreitet und dadurch auf die passiven Teile, die Körnchen, einen richtenden Einfluß ausüben muß. Der richtende Einfluß wird aber nur so lange zum Ausdruck kommen, als die ihn veranlassende Bewegung eine energische, rasch fortschreitende ist. Wird die Bewegung durch lähmende Mittel verlangsamt, so wird die Körnchenanordnung unterbleiben und nur die Anhäufung homogenen Plasma's im Umkreis des Kerns zu stande kommen. Daher sehen wir bei allen Lähmungen des Protoplasmas, namentlich den durch Wärme veranlaßten, ein Stadium eintreten, wo die Strahlungsfigur durch eine Anhäufung homogenen Plasma's ersetzt wird, ehe sie gar nicht mehr zur Ausbildung gelangt.

Namentlich die letztgenannte Erscheinung scheint uns gar nicht mit der Deutung vereinbar zu sein, welche von früheren Forschern, darunter auch solchen, die sich mit dem Gegenstand intensiver beschäftigt haben, versucht worden ist.

Ausgehend von dem Umstand, daß eine ähnliche Anordnung erreicht wird, wenn die Spitze eines Magneten in feinste Eisenteilchen getaucht wird, haben dieselben die reihenförmige Stellung der Körnchen ebenfalls aus einer Anziehung erklärt, welche der Spermakern oder in anderen Fällen die beiden Enden des Furchungskerns auf die Protoplasmateilchen ausüben. Welcher Art diese Anziehung wohl sein könnte, ob magnetoelektrischer oder anderer Natur, darüber hat man sich keine Vorstellungen gebildet.

Für die ursächliche Erklärung der Strahlungsfiguren scheinen uns von besonderer Bedeutung auch die Fälle zu sein, in denen sich dieselben in einiger Entfernung vom Kern im Protoplasma des Eies bilden. Am häufigsten haben wir sie gesehen, wenn die normale Befruchtung eingeleitet, in ihrem Fortgang aber durch Chloral gehemmt worden war. Wenn sich dann die unregelmäßigen Kernfiguren ausbilden, werden häufig auch unregelmäßige Strahlungen im Plasma sichtbar. (Taf. V, Fig. 19, 23, 24; Taf. VI, Fig. 2, 5a; Taf. VIII Fig. 18.)

Weitere Bedingungen für die Ausbildung von reinen Plasmastrahlungen werden geliefert, wenn zahlreiche Spermakerne in ein Ei eingedrungen sind. Meist treten sie dann erst auf, wenn die Vorbereitungen zur Teilung beginnen, aber auch vorher haben wir sie gesehen in den Fällen, wo wir durch Schütteln abgelöste Eistücke befruchtet hatten. (Taf. III, Fig. 9 und 16; Taf. IV, Fig. 5 und 15.)

Außer uns hat nur noch Carnoy[1]) Plasmastrahlungen beobachtet und zwar an Eiern von Ascaris megalocephala zur Zeit der Richtungskörperbildung; er unterscheidet je nach ihrer Lagerung zu dem Kerne Strahlungen erster, zweiter und dritter Ordnung. Während nun Carnoy die betreffenden Strahlenfiguren für normale Bildungen hält, sind wir vielmehr der Ansicht, daß es sich um pathologische Verhältnisse handelt. In den von uns beobachteten Fällen ist es unzweifelhaft, daß abnorme Zustände vorlagen, da wir sie künstlich herbeigeführt hatten; wir tragen aber kein Bedenken, die Deutung auf die Beobachtungen Carnoy's zu verallgemeinern, und wollen unsere abweichende Auffassung mit kurzen Worten begründen.

Wer die von Carnoy gegebenen Abbildungen betrachtet, dem wird sofort die ganz außerordentliche Mannigfaltigkeit derselben auffallen. Die Figuren von den Protoplasmastrahlungen und den karyokinetischen Veränderungen des Kerns weichen sowohl von dem ab, was wir sonst von den so äußerst regelmäßigen Vorgängen bei der Richtungskörperbildung wissen, als auch lassen sie, untereinander verglichen, die nötige Gesetzmäßigkeit vermissen; dagegen liefern sie Seitenstücke zu den von uns künstlich hervorgerufenen Mißbildungen der Kernfiguren. So sehen wir die Richtungsspindel mit 4 und mehr Polen ver-

1) Carnoy, La cytodierèse de l'oeuf. Louvain 1886.

sehen, die Pole ab und zu deutlich, dann wieder undeutlich ausgeprägt.

Wir haben uns mit solcher Bestimmtheit über den pathologischen Charakter der Eier, welche Carnoy zu seinen Abbildungen das Material geliefert haben, ausgesprochen, weil wir uns nicht allein auf theoretische Erwägungen, sondern zugleich auch auf Beobachtungen stützen können. Im zoologischen Institut zu München hat Herr Dr. Boveri mit einwurfsfreien Methoden die Bildung der Richtungskörper und die Befruchtung bei Ascaris megalocephala neu untersucht und dabei principielle Übereinstimmung mit den bei anderen Tieren hierüber gemachten Beobachtungen gefunden; er ist zum Resultat gekommen, daß das Untersuchungsobjekt mit großer Vorsicht behandelt werden muß, weil die Eier sich bei ungünstigem Verfahren leicht zu krankhaften Formen fortentwickeln, ehe sie durch die Reagentien fixiert werden.

Indem wir von der Ansicht ausgehen, daß auch die Strahlungen, welche sich in einiger Entfernung vom Kern befinden, durch Kontraktionen des Protoplasma's veranlaßt sind, liegt es nahe nach einem im Zentrum vorhandenen Körper zu suchen, welcher als Reizerreger hätte funktionieren können. Man könnte daran denken, daß Teile des Kerns sich bei der pathologischen Umbildung abgelöst und die Strahlungen veranlaßt hätten. Wir haben daher mit Aufmerksamkeit nach solchen Kernteilen gesucht, aber keine aufgefunden, woraus wir indessen einen Beweis für ihr Fehlen nicht ziehen wollen; man muß nämlich die Schwierigkeit, welche dem Nachweis achromatischer Kernteile im Protoplasma entgegensteht, berücksichtigen.

Nach einer Ansicht, welcher der eine von uns (R. Hertwig) zuneigt, wäre es freilich nicht einmal notwendig, die Existenz besonderer als Reizerreger functionierender Körper im Zentrum der Strahlungen anzunehmen; es wäre denkbar, daß der Reiz auch hier von den Kernenden ausgeht, während die Kontraktion in einiger Entfernung von ihnen sich vollzieht. Einerseits könnte das Protoplasma im Umkreis des Kerns die Fähigkeit der Kontraktion für einige Zeit verloren, die Fähigkeit der Reizleitung aber bewahrt haben, andererseits aber wäre es möglich, daß die von verschiedenen Punkten ausgehenden unregelmäßigen Kontraktionswellen sich zu neuen Kontraktionen kombinieren. Wir verzichten zunächst darauf, diese Gesichtspunkte im einzelnen weiter zu verfolgen.

Erhöhte Erregbarkeit, Lähmung und Polyspermie sind nun nicht die einzigen Veränderungen, welche durch die äußeren Eingriffe in den Eiern veranlaßt werden; nebenher gehen jedenfalls auch Veränderungen in der chemischen Beschaffenheit der das Ei bildenden Substanzen selbst zu einer Zeit, wo noch nicht Tod eintritt. So haben wir zweimal eine merkwürdige Veränderung im Farbstoff der Eier beobachtet. Wenn Eier in Chinin- oder Morphiumlösungen sich entwickeln, verschwinden die braunen Pigmentkörnchen aus dem Protoplasma und der Raum zwischen Ei und Dotterhaut nimmt ein lichtgelbes Kolorit an. Offenbar wurde das Pigment gelöst und nach außen befördert. Eier, welche mehrere Stunden in Nikotinlösung gelegen haben, werden körnig und trübe. Vielfach treten Trübungen erst im Laufe der Entwicklung einige Zeit nach Einwirkung des Reagens auf. So bilden sich z. B. im Dotter nach Chininbehandlung größere und kleinere, wie Fett glänzende Tropfen. (Taf. IV, Fig. 21, 22, 24.)

Wichtiger noch als diese sichtbaren Veränderungen sind jedenfalls die für unser Auge nicht erkennbaren Störungen in der feineren Beschaffenheit der Eizellen. Ganz abgesehen von dem, was wir oben über die Kontraktilität gesagt haben, so werden die Eier jedenfalls durch den Einfluß äußerer Eingriffe vielfach eine gleichförmige Herabsetzung der Lebensthätigkeit erfahren. Es wird nicht überall leicht sein, aber man wird prinzipiell wohl unterscheiden müssen, ob eine bestimmte Funktion der Eizelle unmittelbar durch die Einwirkung eines Reagens verändert wird, oder mittelbar, weil sie einen Teil des in seiner Gesamtheit veränderten Lebens darstellt.

Zweiter Abschnitt.

Veränderungen der normalen Besamung.

Will man die Besamung oder die äußeren Befruchtungserscheinungen abändern, so könnte man von vornherein drei Wege einschlagen: 1. vor der Besamung beiderlei Geschlechtsprodukte in abnormer Weise beeinflussen, 2. die Beeinflussung auf die Spermatozoen oder 3. auf die Eier beschränken. Von diesen drei Möglichkeiten ist nur die zuletztgenannte verwertbar gewesen; denn die Samenfäden können, soweit unsere Erfahrungen reichen, nicht verändert werden,

ohne die Befähigung zur Befruchtung zu verlieren. Entweder haben sie die Beweglichkeit, welche nötig ist, um in das Ei einzudringen, eingebüßt, oder wenn das nicht der Fall ist, befruchten sie nach unseren Erfahrungen in normaler Weise.

Wie wir bei einer früheren Gelegenheit auseinandergesetzt haben, ist für die normale Besamung charakteristisch, daß nur Ein Spermatozoon in das Ei dringt und zwar ein derselben Art angehöriges. Abnorme Befruchtung tritt ein, wenn Spermatozoen einer anderen Art die Befruchtung bewirken, (Bastardierung) oder wenn bei Wahrung der Art-Übereinstimmung viele Spermatozoen in das Ei hineingelangen (Polyspermie). Es fragt sich nun, welcher Art sind die Einrichtungen, welche abnorme Befruchtungen verhindern.

Bei den Spermatozoen haben wir keine Eigenschaften entdeckt, welche das Zustandekommen einer normalen Befruchtung auch nur begünstigten. Dieselben scheinen die Tendenz zu besitzen, in jedwedes Ei und zwar in jeder Menge einzudringen. Wir haben zwar nur wenige Versuche gemacht, sind aber der Überzeugung, daß eine methodische Untersuchung zu gleichen Resultaten führen wird, daß nämlich die Spermatozoen dieselbe Tendenz besitzen, ein gleichartiges Ei wie das Ei einer anderen Art zu befruchten.

Haben wir somit die Frage auf das Ei eingeschränkt, so wäre zunächst zu entscheiden, ob die Bedingungen für Bastardierung die nämlichen wie für Polyspermie sind.

Wir müssen zu unserem Bedauern eingestehen, daß wir noch nicht in der Lage sind, hierüber ein entscheidendes Urteil zu fällen; als wir über Bastardierung arbeiteten, hatten wir nicht Zeit und auch nicht die genügende Ausrüstung, um eine methodische Untersuchung vorzunehmen. Bei dem zweiten Meeresaufenthalt dagegen fehlte uns das Material zur Bastardierung.

Immerhin wollen wir das Wenige, was wir ermittelt haben, im Folgenden zusammenstellen.

Wenn man Eier längere Zeit in Wasser liegen läßt, dringen einerseits in dieselben zahlreichere Spermatozoen ein, andererseits gelingt es vielfach, sie in einer früher nicht möglichen Richtung zu bastardieren. Je nach den Arten, welche man gewählt hat, tritt die Bastardierungsmöglichkeit früher oder später als die Überfruchtung ein. Somit wäre denn langer Aufenthalt im Meerwasser ein Mittel, um sowohl Bastardierung, als auch Polyspermie

herbeizuführen. Man darf jedoch aus diesen Beobachtungen keine weitgehenden Schlüsse ziehen. Denn bei langem Liegen leidet die Lebensthätigkeit der Eizelle in allen ihren Einzelfunctionen: auch andere Erscheinungen werden verändert, wie z. B. die Dotterhaut nicht mehr gebildet wird und die Teilung häufig einen veränderten Charakter annimmt.

Von Reagentien haben wir bei dem Aufenthalt in Sorrent nur das Chloroform zu einigen Experimenten benutzt und gefunden, daß Eier, welche genügend chloroformiert waren, um überfruchtet zu werden, keine gesteigerte Tendenz zur Bastardierung zeigten. Wir hätten das Experiment, welches uns damals außerordentlich überraschte, später gern wiederholt und auch andere chemische Körper versucht, haben aber bisher keine Gelegenheit dazu gehabt. Jedenfalls wäre es von großem Interesse, wenn der Nachweis gelänge, daß die zur Überfruchtung führenden chemischen Körper entweder gar nicht, oder wenigstens nicht alle die Bastardierung ermöglichen. Vielleicht giebt es auch umgekehrt Mittel, welche die Tendenz zur Bastardierung, aber nicht die Überfruchtung steigern. Dann würde der Nachweis geführt sein, daß die regulatorischen Kräfte gegen Bastardbefruchtung und gegen Polyspermie ganz verschiedener Natur sind, und würden wir damit einen wichtigen Schritt zur Erkenntnis der im Ei schlummernden Kräfte vorwärts gethan haben.

Bis ein erneuter Aufenthalt am Meer uns ermöglicht, die in Sorrent begonnenen Untersuchungen fortzusetzen, wollen wir uns auf die Besprechung der Polyspermie beschränken.

Polyspermie kann durch chemische, thermische und mechanische Eingriffe herbeigeführt werden und zwar wird die Zahl der befruchteten Spermatozoen in demselben Maß vermehrt, als die Intensität und die Einwirkungsdauer der angewandten Agentien gesteigert werden. Nur bei Erwärmung scheint ein Punkt einzutreten, von welchem ab eine Vermehrung der Spermatozoen nicht allein aufhört, sondern die Befruchtung sogar ganz unterbleibt, ein Punkt, der übrigens noch genauer verfolgt zu werden verdient.

Wir wollen nun an der Hand unserer Resultate die Frage erörtern, ob sich nicht aus der Qualität der Agentien und aus der Art, in welcher sie zur Überfruchtung führen, manches zur

Charakteristik der Kräfte, welche das Eindringen von mehr als einem Spermatozoon verhindern, entnehmen läßt.

Zu dem Zwecke wollen wir zwei Hypothesen, welche schon früher aufgestellt worden sind, nacheinander auf ihren erklärenden Wert hin prüfen. Dieselben lauten:

1. Das befruchtende Spermatozoon veranlaßt eine Kontraktion der Eizelle, welche das Eindringen weiterer Samenfäden unmöglich macht.

2. Das befruchtende Spermatozoon regt das Ei zur Ausscheidung einer festen Membran, der Dotterhaut an, welche so undurchdringlich ist, daß kein weiterer Samenfaden sich durch sie durchzubohren vermag.

Nach unseren Experimenten scheint es nun ausgeschlossen zu sein, die Kontraktilität des Eies zur Erklärung heranzuziehen. Denn wir haben gesehen, daß Polyspermie nicht nur durch lähmende Agentien herbeigeführt wird, sondern auch von solchen, welche jedenfalls direkt keine lähmenden Eigenschaften besitzen, sondern vielleicht sogar die Kontraktilität des Eies erhöhen. In unserer Auffassung werden wir noch weiter durch die Wahrnehmung befestigt, daß es in beiden Gruppen Substanzen giebt, welche schon in äußerst dünnen Lösungen wirken (Chinin in der einen, Strychnin in der anderen Gruppe), während andere wiederum eine stärkere Konzentration verlangen.

Ausführlicher haben wir uns mit der zweiten Hypothese zu befassen, welche bekanntlich seiner Zeit von Fol aufgestellt worden ist. Fol lehrt, daß anfänglich das Ei nackt oder nur von einer für Spermatozoen durchgängigen, weichen oder von Porenkanälen (Mikropyle) durchsetzten Membran umhüllt ist, und daß, solange als dieser Zustand besteht, die Samenfäden in das Ei eindringen können. Erst bei der Befruchtung wird als eine Schutzvorrichtung gegen das Eindringen weiterer Spermatozoen die Dotterhaut gebildet. Fol stellt sich den Vorgang so vor, daß das erste Spermatozoon, welches die Oberfläche des reifen, aber unbefruchteten Eies berührt, die sekretorische Thätigkeit des Dotters, deren erstes Produkt die Dotterhaut ist, anregt. Vom Punkt der Berührung aus breitet die Membranbildung sich so rasch über die Eioberfläche aus, daß keine weiteren Spermatozoen Zeit finden, sich in den Dotter einzubohren. Das zweite Produkt der Sekretion ist eine Gallerte, welche zwischen Dotterhaut und Eioberfläche zu liegen

kommt und erstere von letzterer abhebt, indem sie durch Imbibition mit Flüssigkeit quillt.

Bei der Beurteilung der FOL'schen Ansicht müssen zwei Punkte auseinandergehalten und getrennt besprochen werden: 1. Wird die Dotterhaut erst bei der Befruchtung gebildet? und 2. ist sie das einzige oder auch nur überhaupt ein Schutzmittel gegen Überfruchtung?

Während wir früher der Ansicht waren, daß die Dottermembran auch dem unbefruchteten Ei zukommt und bei der Befruchtung nur durch Abhebung von der Eioberfläche deutlicher wird, sind wir jetzt anderer Anschauung geworden mit Rücksicht auf Erfahrungen, welche wir bei Befruchtung zertrümmerter Eier gemacht haben. Wenn man ein Ei durch Schütteln in Stücke zerlegt, so wäre es doch höchst unwahrscheinlich, daß auch die Dotterhaut, ihre Anwesenheit vorausgesetzt, in Stücke zerfiele, und zwar ebenso viele Stücke, als kleine Dotterkugeln vorhanden sind. Wir würden vielmehr erwarten müssen, daß das größte Teilstück die Dotterhaut für sich behielte, die übrigen aber als nackte Protoplasmastücke aus der Umhüllung heraustreten und auch nach der Befruchtung ohne Membran bleiben würden. Thatsächlich trifft aber das Gegenteil ein; auch bei den abgesprengten Teilstücken ohne Kern hebt sich die Dotterhaut ab, wenn Spermatozoen in sie hineingelangen.

Übrigens ist die Befruchtung keineswegs der einzige Reiz, auf welchen das Ei mit Abhebung der Dottermembran antwortet. *Wenn Eier in Meerwasser gebracht werden, welches mit Chloroform geschüttelt worden war, hebt sich die Membran so vollständig und ganz in derselben Weise ab, als ob die Befruchtung vollzogen worden wäre.* Hier werden die fein verteilten Chloroformteilchen, die mit der Oberfläche des Dotters in Berührung kommen, lokale Reize erzeugen. Bei Anwendung von Chloroform in gasförmigem Zustand tritt die Abhebung nicht ein, wahrscheinlich weil hier eine mehr allmähliche und gleichförmige Einwirkung des Mittels stattfindet. Auch bei Anwendung von Lösungen des Chinin, Nikotin, Strychnin etc. läßt sich das mit Chloroformwasser erhaltene Resultat nicht herbeiführen. *Solche mit einer Dotterhaut versehenen Eier können nicht befruchtet werden, was wohl erkennen läßt, daß die Spermatozoen nicht vermögen, die Dotterhaut zu durchbohren.*

Was nun den zweiten Teil der FOL'schen Ansicht anlangt,

daß die Dottermembran eine Schutzvorrichtung gegen Polyspermie sei, so scheint derselbe auf den ersten Blick mit den von uns gesammelten Beobachtungen unvereinbar zu sein.

Durch äußere Eingriffe haben wir einen Zustand der Eizelle herbeiführen können, in welchem hochgradige Überfruchtung, in manchen Fällen mit 10—15 Samenfäden, eintritt und die Dottermembran in ganz normaler Weise gebildet und abgehoben wird.

Die Erscheinungen sind bei Anwendung der verschiedensten Agentien dieselben, gleichgültig, ob wir lähmende Substanzen wie Chloral oder erregende wie Nicotin einwirken lassen. Um ein Beispiel anzuführen, so genügt eine Behandlung der Eier mit einer 0.1 % Strychninlösung während 5 Min. um eine hochgradige Polyspermie zu bewirken, und trotzdem wird die Dottermembran, obwohl etwas verlangsamt, noch gebildet, wenn man die Einwirkungsdauer auf 10 Minuten und die Konzentration auf 0.25 % steigert.

Indessen ist es gleichwohl möglich, die neugefundenen Thatsachen mit den Ansichten Fol's in Einklang zu bringen. Wir haben bei der Bildung der Dottermembran zwei Eigenschaften des Protoplasma's zu unterscheiden: 1. seine sekretorische Fähigkeit, 2. seine Erregbarkeit. Wie eine Drüsenzelle ihr Sekret nur bei einem bestimmten Maß der Erregung liefert, so wird auch die Eizelle ein Minimum von Reiz notwendig haben, um die Membran zu erzeugen. Dieses Minimum des Reizes oder die Reizschwelle sei bei normalen Eiern durch das Eindringen eines Spermatozoon geliefert.

Nun wäre es gut denkbar, daß die sekretorische Fähigkeit des Eies durch die genannten Einwirkungen zunächst gar nicht verändert werde und nur seine Sensibilität eine Verminderung erführe.

Je nach dem Grad der Herabminderung würde derselbe Erregungszustand erst durch den doppelten, dreifachen etc. Reiz herbeigeführt werden. Wo sonst ein Spermatozoon genügte, würden dann zwei, drei oder mehr notwendig sein. Sowie aber die benötigte Reizschwelle erreicht ist, würde die Sekretion in ganz derselben Weise ausgelöst werden wie normal.

Ob der Erklärungsversuch berechtigt ist, läßt sich in einfacher Weise experimentell prüfen, indem man die Konzentration des Samens wechselt. Wir wissen, daß bei normalen Eiern die

Konzentration des Samens keinen Einfluß hat, daß auch bei großen Mengen von Samen gleichwohl nur ein Spermatozoon befruchtet. Wäre nun nach Reagentienbehandlung alles geblieben wie bisher, mit der Ausnahme, daß die Wirkung eines Spermatozoons erst durch zwei, drei und mehr Spermatozoen erreicht würde, so müßte auch hier die Konzentration der Samenflüssigkeit für den Grad der Polyspermie gleichgültig sein. Man müßte die Experimente so einrichten, daß man ein und dasselbe mit Agentien behandelte Eimaterial in verschiedene gleich große Portionen teilte und mit dem gleichen Volumen Samenflüssigkeit befruchtete. Die Samenflüssigkeit müßte demselben Thier entnommen und zu den verschiedenen Befruchtungen auf das zwei-, drei- und vierfache mit Meerwasser verdünnt werden, so daß in den gleichen Volumina nur $^1/_2$, $^1/_3$ oder $^1/_4$ so viel Spermatozoen sind wie in der Normalflüssigkeit.

Obwohl wir uns nun auch auf keine methodischen Experimente berufen können, so scheinen doch die hier gemachten Voraussetzungen vollkommen zuzutreffen; aus einigen wenigen Versuchen haben wir den Eindruck gewonnen, als ob auch bei den mit Chloroform, Chinin etc. behandelten Eiern die Konzentration der Samenflüssigkeit keinen Einfluß auf den Grad der Polyspermie habe.

Wenn es sich nun auch weiter bestätigen sollte, daß bei den Eiern der Seeigel und zahlreicher anderer Tiere die Bildung der Dotterhaut eine Schutzvorrichtung gegen Überfruchtung ist, so kann doch nicht in Abrede gestellt werden, daß auch das Protoplasma als solches eine abweisende Kraft besitzt. Wiederholt sind unter normalen Verhältnissen innerhalb der Dotterhaut Spermatozoen beobachtet worden; wir selbst haben es zweimal gesehen, daß bei Eiern, welche nach Morphiumbehandlung polysperm befruchtet worden waren, einige Spermatozoen im Zwischenraum zwischen Ei und Dotterhaut herumschwammen und abstarben, ohne in das Dotterinnere zu gelangen. Unter allen Umständen müssen wir dem Eiplasma eine die Spermatozoen abweisende Kraft zuschreiben, da ja bei den Bastardierungen Spermatozoen verwandter Arten mit einer nicht zu bewältigenden Energie von der Befruchtung ausgeschlossen werden.

Übrigens handelt es sich hier gar nicht um Eigenschaften, welche nur dem Protoplasma des Eies zukommen, da auch bei den Protozoen analoge Verhältnisse nachgewiesen werden können. Zwei Amoeben haben es in ihrer Gewalt, wenn sie sich berühren, zusammenzufliessen, oder ohne vorangegangene Verschmelzung sich

wieder voneinander zu entfernen; ja selbst zwei Pseudopodien desselben Tieres können getrennt bleiben oder durch eine Anastomose sich vereinigen, was je nach der Art bald leichter bald schwieriger gelingt. Von der Beschaffenheit des Protoplasma hängt es jedenfalls auch ab, ob Infusorien, z. B. zwei Paramaecien, miteinander kopulieren.

Dritter Abschnitt.

Veränderungen in der Konjugation der Geschlechtskerne (innere Befruchtungsvorgänge).

Wie man es in der Hand hat, durch geeignete Behandlung der Eier vor der Besamung abnorme Befruchtungen sei es Bastardierung sei es Polyspermie zu erzeugen, so kann man auch durch Einwirkung chemischer Agentien auf normal besamte Eier den weiteren Verlauf der Prozesse, die sich im Inneren des Eies abspielen und mit der Konjugation des Ei- und Spermakerns enden, durch geeignetes Verfahren umgestalten, ohne daß dabei das befruchtete Ei zu Grunde geht.

Unsere im speziellen Teil dargestellten Beobachtungen haben dargethan, daß man die Kopulation der Kerne entweder nur verzögern oder dauernd verhindern kann. Das erstere gelingt mittelst einer 0.05 $^0/_0$ Chininlösung, welche 1 Minute nach der Befruchtung während 10 Minuten auf die Eizellen angewandt wird. Da das Hantelstadium erst nach 2 Stunden eintritt, während es normalerweise ca. $^3/_4$ Stunden nach der Kopulation der Kerne sich ausbildet, können wir schließen, daß letztere um eine volle Stunde verzögert wird. In der Zeit der Ruhe fehlt im Ei die Strahlung; erst wenn diese wieder zur Geltung kommt, geht der Befruchtungsprozeß seinem Ende entgegen, und im weiteren Verlauf teilen sich die Eier nahezu in normaler Weise. Mit der Verlangsamung der inneren Befruchtung hängt es zusammen, daß der Spermakern, wie wenigstens in einigen Fällen durch direkte Beobachtung festgestellt werden konnte, nicht als kompakter Körper mit dem Ei-

kern zusammentrifft, sondern zuvor zu einem Bläschen umgewandelt wird.

Ob durch verstärkte Chininwirkung die normale Vereinigung der Kerne dauernd verhindert werden kann, haben wir nicht untersucht; es ist aber sehr wahrscheinlich und wird sich wohl durch methodisch durchgeführte Beobachtungen, die wir uns vorbehalten, erweisen lassen, da das Resultat durch das so ähnlich wirkende Chloral vollkommen erreicht werden kann.

Wenn wir die Untersuchungsreihen über die Chloralwirkung überblicken, so haben sie sämmtlich das Gemeinsame, daß es nirgends zu einer normalen Befruchtung kommt. Dieses Resultat ist zweifellos bei der ersten und dritten Serie, bei denen wir mit Bestimmtheit haben verfolgen können, daß Eikern und Spermakern getrennt blieben, ein jeder für sich Veränderungen eingingen und sich teilten. Für die zweite Serie fehlten uns die entscheidenden Stadien; wenn man aber bedenkt, daß sie zeitlich sich zwischen beide schiebt, daß die Behandlungsweise die gleiche war und daß die Anfänge einer gesonderten Metamorphose von Ei- und Spermakern haben beobachtet werden können, so schwinden wohl alle Zweifel daran, daß auch hier die innere Befruchtung nicht zum Abschluß gelangt ist.

Bei Serie 4 begann die Chloralbehandlung mit dem Moment, wo beide Kerne schon dicht zusammengefügt waren, und die Zusammenfügung ihrer Substanzen nahm sogar die erste Zeit über noch weiter zu. Nach der Ansicht van Beneden's wäre hiermit die Befruchtung schon vollendet, denn nach ihm sollen ja die Substanzen beider Kerne sich überhaupt nicht durchdringen, sondern während aller Furchungsstadien nebeneinander hergehen. Indessen wir glauben, daß gerade die an der 4. Serie gewonnenen Resultate der Ansicht v. Beneden's bestimmt widersprechen, wir glauben behaupten zu können, daß selbst in diesen Fällen die Befruchtung nicht abgeschlossen war.

Um unsere Ansicht zu beweisen, müssen wir etwas weiter ausholen und im Zusammenhang die Veränderungen besprechen, welche die Geschlechtskerne erleiden, wenn sie an der Kopulation verhindert werden. Dieselben beginnen bei dem Spermakern, welcher anwächst und sich mit Flüssigkeit umgiebt (Taf. V Fig. 12 u. 16, Taf. VII, Fig. 1). Darin ist prinzipiell nichts Neues gegeben, da auch bei Eiern, wo die Befruchtung vor Ablauf der Eireife erfolgt, eine Vergrößerung und Vakuolisierung des Spermakerns eintritt in der Zeit, wo er genötigt ist, im Protoplasma

des Eies zu verweilen, bis der Eikern die zur Vereinigung nötige Beschaffenheit angenommen hat. In diesem Zustand ist daher eine normale Befruchtung noch möglich, wie uns die Chininserie gelehrt hat.

Dauern die eine Befruchtung hindernden Ursachen fort, so tritt die faserige Differenzierung beider Kerne ein und damit erlischt — wenigstens müssen wir dieses Resultat aus unseren Beobachtungen entnehmen — die Fähigkeit der Kerne sich zu vereinigen. Bei der faserigen Differenzierung ist nun folgendes von Wichtigkeit. Anfänglich verhalten sich beide Kerne verschieden, so daß man lange Zeit Spermakern und Eikern unterscheiden kann; der letztere durchläuft wahrscheinlich konstant das Fächerstadium, das Stadium einer einpoligen Faseranordnung (Taf. V, Fig. 17, Taf. VII, Fig. 17—19), auf dem von einem Punkt die achromatischen Fäden radial ausstrahlen, während die chromatischen Teile an ihren Enden angebracht sind. Der Kern wird dann allmählich 4 polig, indem die chromatischen Schlingen einen zentralen Haufen bilden, die Spindelfasern dagegen von 4 Punkten aus divergierend an und in diesen Haufen hineintreten (Taf V, Fig. 13, 18, 19; Taf. VII, Fig. 22 u. 23).

Der Spermakern wandelt sich zu analogen Figuren um, nur daß er kompakter bleibt. Der Fächerform ließe sich das Stadium zur Seite setzen, wo am Körper des Spermakerns ein achromatischer stielartiger Aufsatz angefügt ist (Taf. V, Fig. 16; Taf. VII, Fig. 1); der 4poligen Anordnung muß die Ordenssternform verglichen werden. Denn auch hier haben wir eine zentrale wenn auch viel gedrungenere Anhäufung von Chromatin, welcher 4, häufig auch nur 3 Kegel von Spindelfasern aufsitzen (Taf. V, Fig. 12, 18, 19 sp.; Taf. VII, Fig. 16, 18, 25 etc.). Wir glauben, daß diese Unterschiede, so interessant sie an und für sich sind, keine grössere Bedeutung besitzen. Sie hängen damit zusammen, daß der Eikern sich schon lange im Eiplasma befindet und durch Aufnahme von Flüssigkeit in eine Blase umgewandelt hat, in welcher die Kernteile zu einem Netz auseinandergelegt sind. Obwohl nun auch der Spermakern sich mit Kernsaft imbibiert hat, so ist seine Masse doch nicht in gleichem Maße gelockert. Wir sind fest überzeugt, daß bei der Chloralisierung von Eiern, in denen vermöge der verlangsamten Art der Befruchtung der Spermakern ein retikuliertes Bläschen und dadurch dem Eikern ähnlich geworden ist, die Unterschiede schwinden werden. Wahrscheinlich wird dann auch der Vorsprung schwinden, welchen der Eikern nament-

lich bei der dritten Serie vor dem Spermakern in der faserigen Differenzierung gewonnen hat, und sie werden dann beide gleichzeitig das Stadium des Rosettenkerns erreichen.

Unter dem Namen „Rosettenkerne" haben wir Kernfiguren beschrieben, bei denen das Chromatin eine Umlagerung von den zentralen Partien an die Kernpole erfahren hat (Taf. V, Fig. 22; Taf. VII, Fig. 26—31). Die achromatischen Teile sind dabei im Verhältniß zu früheren Stadien weniger verändert; nach wie vor divergiren die Fasern von den einzelnen Polen, um einen benachbarten oder einen opponierten Pol zu erreichen. Den Namen haben wir daher auch mit Rücksicht auf die Anordnung des Chromatins gewählt, weil dasselbe aus kleinen Stäbchen besteht, welche um jeden Pol in Form einer Rosette angeordnet sind.

Auffallend ist auf diesem Stadium die Anzahl der Kernpole. Dieselbe beträgt nicht immer, wie es auf dem früheren Stadium die Regel ist, 4, sondern kann kleiner oder auch größer sein. Außer 4poligen giebt es 3, 5 und 6polige Rosettenkerne. Im ersteren Fall ist 1 Pol offenbar rückgebildet worden, in den beiden letzteren sind 2 Pole neu entstanden. Diese Unterschiede hängen wahrscheinlich mit der geringeren oder größeren Verlangsamung zusammen, welche unter dem Einfluß des Chlorals die Kernmetamorphose erfahren hat. Durch unsere Untersuchungen wissen wir, daß auch bei gewöhnlicher Zweiteilung des Kerns Tetrasterfiguren entstehen, wenn durch äußere Einflüsse der normale Verlauf des Prozesses behindert wird. Es ist das nicht ohne Interesse; denn wir können daraus entnehmen, daß die Kräfte, welche im Kern auf eine polare Differenzierung hinarbeiten, ununterbrochen thätig sind, auch wenn sie an einer Entfaltung nach außen (Spindelbildung) verhindert sind. Ob 3, 4 oder 6polige Kerne entstehen, hängt davon ab, auf welchem Zustand innerer Veränderung dem Kern die Möglichkeit gegeben wird, die faserige Umwandlung zu erleiden. Dieser Moment kann eintreten, wo der Kern noch nicht vollkommen zur Vierteilung vorbereitet ist. Dann wird durch Anlage von 4 Polen der Versuch einer solchen gemacht, im weiteren Verlauf aber erlahmt gleichsam die Tendenz und es entstehen — um gleich auf unsere Fälle die Nutzanwendung zu machen — die 3 oder 2poligen Rosettenkerne; oder der Moment ist später eingetreten, dann bilden sich 5 oder sogar 6 Pole aus.

Insofern bei den Rosettenkernen eine Verlagerung des ursprünglich zentral angehäuften Chromatins an die Kernenden sich

vollzogen hat, lassen sie sich als Teilungsfiguren deuten; die Chromatinrosetten an den Polen sind dann den Seitenplatten bei der normalen Kernteilung zu vergleichen, die mediane Anhäufung des Chromatins, welche vorausgeht, wäre dann eine äußerst unregelmäßig entwickelte Mittelplatte. Vielleicht gelingt es auch, Spaltung der Stäbchen der Mittelplatte nachzuweisen und so die Übereinstimmung mit gewöhnlicher Kernteilung noch klarer darzuthun.

Immerhin sind die Unterschiede zur normalen Kernteilung schon um diese Zeit nicht unbedeutend; ganz abgesehen davon, daß eine größere Polanzahl vorhanden ist, haben auch die achromatischen Fäden nie eine so reguläre Anordnung. Man vergleiche nur die bei Polyspermie entstehenden Tetrasterfiguren (Taf. III, Fig. 16 u. 21; Taf. V, Fig. 3) und man wird ebenfalls finden, daß die größere Zahl der Kernecken nicht den einzigen Unterschied ausmacht.

Die Unterschiede zur normalen Teilung werden im Verlauf noch deutlicher, insofern zwar eine Bildung von Tochterkernen eintritt, der ganze Prozeß aber durch Verschmelzung der Teilstücke wieder rückgängig gemacht wird (Taf. VI, Fig. 3, 4, 8, 12, 13, 15, 5). Dafür daß die Teilstücke nicht zu weiterer Entwicklung befähigt sind, sondern sich wieder vereinigen, kann man die Chloralbehandlung nicht verantwortlich machen. Wenn 3 Stunden verflossen sind, sehen wir in anderen Fällen, daß die Eier und ihre Kerne sich so weit erholt haben, daß eine wenn auch etwas pathologische Teilung möglich ist. Auch stehen die Kernumwandlungen nicht ohne jede Analogie. Bei den Infusorien z. B. teilen sich vielfach Haupt- und Nebenkerne ebenfalls in Teilstücke, welche nach einiger Zeit wiederum verschmelzen. Es müssen somit andere Ursachen den Ausschlag geben und diese erblicken wir darin, daß Eikerne und Spermakerne getrennte Kerne mit unvollkommenen Eigenschaften sind. Was die Befruchtung leisten soll, eine Ausstattung der Kerne mit allen zum Zellenleben nötigen Eigenschaften, ist eben unterblieben.

Diesen Punkt im Auge behaltend kehren wir nun wieder zur Frage zurück, ob die Fälle der Serie 4, in denen Ei- und Spermakerne sich zur Zeit der Chloraleinwirkung schon aneinander gelegt hatten, eine normale Befruchtung repräsentieren (Taf. VIII, Fig. 12—15). Wir glauben die Frage verneinen zu sollen, weil die Umbildungen des scheinbar einheitlichen Kerns dieselben sind, wie die Umbildungen der getrennten Geschlechtskerne. Entschei-

dend sind die Endstadien. Wir erhalten einen rosettenförmigen Kern, welcher so viel Ecken hat, wie sonst Spermakern und Eikern zusammen genommen, als wäre er durch eine Aneinanderlagerung beider gebildet (Taf. VIII, Fig. 6, 7, 18, 19, 21, 22). Wir haben ganz dieselbe Figur erhalten, wenn die faserig differenzierten Geschlechtskerne erst später zusammentreten. Bei der Teilung ergiebt sich, daß der Kern nicht die Qualitäten zu einer normalen Fortentwicklung besessen hat. Denn alle Kernstücke verschmelzen nach einiger Zeit von neuem (Taf. VIII, Fig. 25, 26, 27; Taf. IX, Fig. 4—9). Und so sprechen wir uns dahin aus, daß eine einfache Aneinanderlagerung der Kerne nicht für die Befruchtung ausreicht, sondern eine Durchdringung beider Substanzen erforderlich ist. Indem Chloral die Fähigkeit besitzt, auch da, wo die Kerne schon fest aneinander gelagert sind, die weitere Durchdringung beider Substanzen zu verhindern, hebt es auch in vorgerückten Fällen die Befruchtung auf.

Es wäre nun erwünscht, die Richtigkeit dieser Ansicht weiter experimentell zu prüfen. Man müßte noch einige spätere Serien (20, 25 u. 30 Minuten nach der Besamung) anfertigen; bei einer derselben müßte gerade der Moment der gänzlich vollzogenen Befruchtung getroffen sein, ohne daß die Vorbereitung zur Teilung schon erkennbar wäre. Wahrscheinlich würde dann der Kern ganz andere Bilder liefern. Leider haben wir zur Prüfung dieser Frage kein Material und müssen den Entscheid derselben ebenfalls auf später vertagen.

Bei Erwägung aller Beobachtungen, welche die Umbildung der isolierten und der vereinigten Geschlechtskerne betreffen, sind wir zum Resultat gekommen, daß nur dann, wenn die Substanzen von Ei- und Spermakern sich ganz durchdringen, Kerne entstehen, welche mit allen für die weitere Entwicklung nötigen Lebenseigenschaften ausgerüstet sind, daß aber dieser Satz insoweit einer Einschränkung bedarf, als auch ohne Vereinigung die Kerne gewisse Eigenschaften gewinnen, die ihnen ursprünglich fehlten. Es wird dies sofort klar, wenn wir die Kerne der Geschlechtszellen vergleichen in den Fällen, wo eine Vermischung der Sexualprodukte unterblieben ist, und in denjenigen, wo eine Besamung ohne darauf folgende Vereinigung der Kerne stattgefunden hat. Der Kern der unbesamten Eizelle bleibt auch bei

langem Liegen ein Kernbläschen; es ist gar nicht anzunehmen, daß durch die Einwirkung des Chlorals darin ein Wandel herbeigeführt werden würde, wenn wir auch die experimentelle Prüfung dieser Frage, welche ja leicht auszuführen ist, zu einem sicheren Entscheid für notwendig halten. Die Kerne der Spermatozoen bleiben, wie wir durch vielfache Versuche wissen, unter allen Umständen, auch bei Chloralisierung unverändert. Dagegen erhalten Eikern und Spermakern die Eigenschaft, ein jeder für sich getrennt sich faserig zu differenzieren und achromatische Fäden und chromatische Schleifen zu bilden, wenn Ei und Samenzellen miteinander vereinigt werden.

Daher lohnt es sich die Ursachen zu untersuchen, welche die Umstimmung der Kerne herbeiführen. Wenn der Eikern die Fähigkeit zur faserigen Differenzierung und eine wenn auch unvollkommene Teilfähigkeit nur im befruchteten Eiplasma gewinnt, so kann zweierlei dazu die Veranlassung sein, entweder die Veränderung des Eiplasmas selbst, welche durch die Vermischung mit Substanzen des Spermakörpers oder durch den thatsächlich nachweisbaren Stoffaustausch zwischen Protoplasma und Spermakern herbeigeführt wird, oder es ist irgend eine Art Fernwirkung, welche der Spermakern auf den Eikern ausübt. Wir haben kein Mittel, diese Frage nach der einen oder anderen Seite direkt zu entscheiden, da es wohl kaum möglich sein wird, eine Befruchtung so zu bewerkstelligen, daß nur die accessorischen Bestandteile des Spermatozoons ohne den Spermakern bei der Befruchtung eindringen.

Um die Veränderungen des Spermakerns zu erklären, stehen uns ebenfalls 2 Möglichkeiten zu Gebote: entweder ist es ein vom Eikern ausgehender Einfluß, oder der Einfluß der veränderten Umgebung, mit andern Worten der Einfluß des Eiplasmas. Im vorliegenden Fall können wir nun die erstere Möglichkeit ausschließen; durch Schütteln von Eiern kann man Bruchstücke ablösen, welche keinen Kern enthalten, in welche aber die Spermatozoen eindringen und sich zu Spindeln umbilden (Taf. IV, Fig. 15 u. 18). Daraus geht mit Sicherheit das Eine hervor, daß das Eiplasma allein ausreicht, um den Spermakernen die Fähigkeit zur Spindelbildung zu verleihen. Daß die Art der Umwandlung eine andere ist, daß namentlich keine Rosettenkerne entstehen, wäre aus der mangelnden Einwirkung des Chlorals leicht verständlich; es wäre aber auch denkbar, daß das

Plasma in den abgelösten Stücken ein anderes ist als in dem Ei mit Eikern. Man berücksichtige, daß ja dieser in Umbildung begriffen ist, daß dadurch fortdauernd eine Wechselwirkung mit dem Protoplasma unterhalten wird, vermöge deren dasselbe jedenfalls noch weitere Veränderungen erfährt. Wir haben allen Grund anzunehmen, daß solche Veränderungen beständig vor sich gehen und daß das Protoplasma während aller der geschilderten Veränderungen zu keiner Zeit das nämliche bleibt. Um diese Auffassung noch mehr zu befestigen, verweisen wir auf die höchst interessanten gelegentlichen Beobachtungen, die wir in bezug auf das Eindringen von Spermatozoen in unreife Eier gemacht haben. Die äußeren Bedingungen waren in allen diesen Fällen die gleichen (Chloralbehandlung); aber wie ganz verschieden das Verhalten der Spermatozoen? Bei Eiern mit Keimbläschen gar keine Veränderung, keine Reaktion von seiten des Protoplasma's des Eies; wenn die Richtungsspindel angelegt ist, bleiben die Köpfe der Spermatozoen unverändert, aber die Strahlung des Plasma's ist schwach ausgeprägt (Taf. IX, Fig. 2). Erst nach der Bildung des ersten Richtungskörpers fängt der Stoffaustausch zwischen Spermakern und Eiplasma an, ohne daß aber dabei eine faserige Umbildung vorkäme. Die Ei- und Spermakerne bleiben Bläschen (Taf. IX, Fig. 1).

Wie in so vielen Fällen so werden wir auch hier wieder dazu geführt in den lebenden Substanzen eine Komplikation der Vorgänge auzunehmen, welche jeder mechanischen Erklärung spottet. Damit soll nun keineswegs gesagt sein, daß wir überhaupt nicht versuchen sollen, allmählich eine mechanische Erklärung der Lebensvorgänge anzustreben und vorzubereiten; nur werden wir uns mit wenigem bescheiden und schon uns zufrieden geben müssen, wenn es gelingt, einen komplizierten Lebensvorgang in seine einzelnen Componenten aufzulösen. Auch im Folgenden soll nichts anderes angestrebt werden, wenn wir nun noch zum Schluß die Frage aufwerfen, welche Kräfte im Ei thätig sind, um bei normaler Befruchtung das Zusammentreffen von Ei- und Spermakern herbeizuführen.

Da durch Chloralwirkung die Befruchtung aufgehoben wird, muß diese chemische Substanz die Fähigkeit besitzen, vorübergehend die treibenden Kräfte zu beseitigen. Über ihre Wirkungsweise können wir uns mit Bestimmtheit dahin äußern, daß eine Lähmung des Protoplasma's eintritt. Die Eizelle verliert vorüber-

gehend die Fähigkeit der Teilung; die Strahlungen, welche höchstwahrscheinlich auch Kontraktionserscheinungen sind, hören auf, die Spermatozoen verlieren ihre Beweglichkeit. Alles das macht es sehr wahrscheinlich, daß die Kontraktilität des Protoplasma für das Zusammentreffen der Teile von großer Bedeutung ist. Wir stellen uns die Verhältnisse folgendermaßen vor. Im normal funktionierenden Ei erzeugt das Spermatozoon einen Reiz und löst dadurch eine Kontraktion aus, welche zur Folge hat, daß die im Protoplasma eingebetteten Körper, Ei- und Spermakern, durch eine konzentrische Bewegung nach ein und demselben Punkt transportiert werden.

Man könnte dieser Erklärung den Einwand machen, daß damit noch nicht verständlich sei, warum eine Annäherung der Kerne auch dann unterbleibt, wenn die Chloralwirkung vorüber ist und die Kontraktilität des Eies von neuem erwacht. Allein dann sind die Bedingungen durchaus andere; dann wirken beide Kerne, ein jeder mit mehreren Ecken, als Reizzentren. Anstatt daß nur der Spermakern Ausgangspunkt einer einfachen Strahlungsfigur ist, sind solche sowohl an seinen Polen wie an denen des Eikerns in größerer Zahl entwickelt; ja in einiger Entfernung von den Kernen frei im Protoplasma können Strahlungen auftreten.

Die Annahme, daß das Protoplasma eine Lähmung erfahren hat, reicht zur Erklärung für das Unterbleiben der Befruchtung nicht aus in den Fällen, wo Ei- und Spermakerne bei einander liegen; denn dann hat ja das Protoplasma seine Rolle ausgespielt. Wenn auch nicht in gleichem Maße, so muß durch Chloral auch die Substanz des Kernes eine Lähmung erfahren. Das würde mit den Erfahrungen stimmen, welche wir über Chloralwirkung bei Teilung gesammelt haben, wo ja auch die Weiterentwicklung des Kerns unterbleibt. Immerhin ist die Lähmung des Kerns nicht so langdauernd; das Protoplasma ist noch wie tot und unbeweglich, wenn im Kerne schon Veränderungen beginnen, wie die Vakuolisierung und später auch die faserige und chromatische Umbildung.

Wir haben bis jetzt die Fälle betrachtet, wo die Besamung unter normalen Verhältnissen erfolgt war und nur der weitere Fortgang der Befruchtung eine Störung erfahren hatte. In das Kapitel, welches die Veränderung der inneren Befruchtung behandelt, gehören aber auch die Erscheinungen, welche eintreten, wenn viele Spermakerne in das Plasma der Eizelle aufgenommen werden. Auch dann begegnen wir interessanten Bildern, welche in

den Mechanismus der Befruchtungsvorgänge uns manchen Einblick gestatten.

Wenn wir zunächst uns über das Schicksal des Eikerns orientieren, so sind 3 Fälle möglich und von uns auch direkt beobachtet worden: 1. Der Eikern kopuliert nur mit 1 Spermakern; bei der Teilung bildet er dann eine einfache Spindel. 2. Der Eikern kopuliert mit 2 und mehr Spermakernen und erzeugt 4- und mehrpolige karyokinetische Figuren (Taf. III, Fig. 1—4). 3. Der Eikern bleibt für sich und nimmt namentlich durch Flüssigkeitsaufnahme rasch an Größe zu (Taf. IV, Fig. 2) Der letztgenannte Fall tritt um so häufiger ein, je bedeutender die Zahl der eingedrungenen Spermatozoen ist. Von vornherein hätte man wohl das Gegenteil erwarten sollen; wenn viele Spermakerne vorhanden sind, so wären die Aussichten, daß beiderlei Kerne zusammentreffen, günstiger als bei Monospermie, vorausgesetzt, daß das Zusammentreffen von mehr zufälligen Momenten herbeigeführt würde. Von diesem Gesichtspunkt aus gewinnt die Beobachtung sehr an Bedeutung, da sie uns erkennen läßt, daß die Vereinigung der Geschlechtskerne von streng geregelten Prozessen abhängt und daß die gesetzmäßige Verkettung dieser Vorgänge unter anderem auch bei Polyspermie gelöst ist.

Auch die Annahme, daß eine direkte Anziehung von Kern zu Kern vorliegt, erscheint ausgeschlossen, denn auch hierfür würde hochgradige Polyspermie günstige Bedingungen liefern, weil unter vielen Spermakernen einige, vermöge größerer Nähe, in günstigere Lage zum Eikern kommen müssen.

Dagegen erblicken wir in der behinderten Vereinigung der Kerne einen neuen Beweis für die Ansicht, daß die normale Erledigung der Befruchtung durch eine gesetzmäßig verlaufende Kontraktion des Plasma's herbeigeführt wird, eine Kontraktion, welche Eikern und Spermakern im Mittelpunkt der Kontraktionsbewegung zusammentreibt. Es ist selbstverständlich, daß die Vorbedingungen hierfür nur gegeben sind, wenn ein einziger einheitlich wirkender Reizerreger in das Ei eingeführt wird, daß dagegen die Aussichten um so ungünstiger werden müssen und dem Zufall bei der Vereinigung der Kerne ein um so weiterer Spielraum eingeräumt sein muß, je mehr Spermakerne im Ei vorhanden sind.

Bei der Polyspermie kommt noch eine zweite Abnormität zur Beobachtung, welche in gleichem Sinn gedeutet werden muß. Während bei normaler Befruchtung der Furchungskern und demgemäß auch die Furchungsspindel

eine zentrale Stellung annimmt, liegen dieselben bei Polyspermie fast ausnahmslos exzentrisch. Namentlich, wenn nur ein Spermatozoon mit dem Eikern kopuliert hat und die Befruchtung, soweit es sich um Vereinigung der Kerne handelt, möglichst normal verlaufen ist, scheint eine periphere Lage der Spindel die Regel zu sein. Unregelmäßigkeit der Kontraktionsbewegung infolge zahlreicher Reizerreger ist auch hier wohl die naturgemäßeste Erklärung. Die Unregelmäßigkeit wird sich mindern, je mehr Spermakerne in den Eikern aufgenommen werden, weil dann seine Wichtigkeit als Kraftzentrum sowohl absolut durch Vermehrung seiner Masse, als auch relativ durch Verminderung konkurrierender Faktoren zunehmen wird.

Dementsprechend liegen die aus vielbefruchteten Furchungskernen hervorgehenden karyokinetischen Figuren mehr oder minder zentral.

Wir nehmen hier die Gelegenheit wahr, auf die exzentrische Lage der Spindel aufmerksam zu machen, welche auch zu beobachten ist, wenn Eier vor der Befruchtung erwärmt werden. War die Wärmeeinwirkung nicht allzu stark, so dringt meist nur ein Spermatozoon ein; es kann der Spermakern auch mit dem Eikern verschmelzen. Trotzdem bleiben Furchungskern und Furchungsspindel exzentrisch, weil die Kontraktilität des Protoplasma durch Wärme gelähmt wird.

Gehen wir nun zur Vereinigung der Kerne selbst über, so haben wir mit Sicherheit feststellen können, daß zwei bis drei Spermakerne mit dem Eikern verschmelzen. Von vornherein muß man schon erwarten, daß die Spermakerne nicht auf einmal dem Eikern einverleibt worden sind, sondern sich ihm nach und nach angefügt haben. Die Beobachtung giebt uns hierfür Beweise an die Hand. Die Substanz von 1—2 Spermakernen kann dem Retikulum des Eikernes schon fast vollkommen eingefügt sein, wenn andere erst eine oberflächliche Anlagerung erzielt haben. Die Fähigkeit des Eikernes, Spermakerne in sich aufzunehmen, scheint somit eine bedeutende zu sein und fortzudauern, auch wenn schon eine oder mehrere Kopulationen stattgefunden haben.

Vielfach spricht man bei der Befruchtung von dem Ausgleich geschlechtlicher Differenz und denkt dabei an die Verhältnisse chemischer Verbindungen, wo ein Ausgleich d. h. Neutralisierung eintritt, wenn Säuren und Alkalien vereinigt werden. Das scheint nun nach dem Obigen eine schlechte Analogie zu sein, da die

Affinitäten des Eikernes zur Substanz des Spermakernes nicht vermindert werden, wenn er männliche Kernsubstanz in sich aufgenommen hat.

Bei den von uns erzielten Polyspermieen ist noch von Wichtigkeit das Schicksal der Spermakerne, welche nicht mit dem Eikern sich vereinigen. Diese erleiden die faserige Differenzierung und gehen in kleine Spindelchen über, welche sich nur durch ihre geringere Grösse von regulären Furchungsspindeln unterscheiden, im weiteren Verlauf sich auch wie diese teilen. Was aus den Teilprodukten wird, bedarf genauerer Untersuchung.

Wir begegnen hier auf's neue der Eigenschaft des Spermakerns, im Ei seine Teilungsfähigkeit wiederzugewinnen, wenn er vom weiblichen Kern getrennt gehalten wird; wir haben oben schon auseinandergesetzt, warum wir annehmen müssen, daß für die Veränderung allein das Plasma des reifen Eies maßgebend ist; ebenso haben wir schon die einzelnen Möglichkeiten erörtert, welche herangezogen werden können, um zu erklären, weshalb der Spermakern in vielen Fällen zu einer Spindel wird, während er in anderen Fällen (bei Behinderung der inneren Befruchtung durch Chloral) eine vierpolige Figur erzeugt, so daß wir nicht nötig haben, darauf zurückzukommen.

Spermaspindeln können sich mit dem in Teilung begriffenen Furchungskern nachträglich vereinigen, indem sie mit einem Ende in einen der Pole desselben eintreten. Prinzipiell ist dieser Vorgang derselbe. als wenn die vierpoligen Kerne, welche entstehen, wenn Eikern und Spermakern durch Chloral an der Vereinigung verhindert werden, durch Aneinanderlagerung sich zu einer sechs- oder siebenpoligen Figur kombinieren. Man kann das nicht als eine nachträgliche Befruchtung auffassen, denn von den beiden teilweise vereinigten Kernen kommen jedesmal nur die einander zugewandten Enden zu der für das Wesen der Befruchtung nötigen innigen Durchdringung, während die anderen Enden getrennt bleiben.

Vierter Abschnitt.

Abänderung der Furchungserscheinungen.

Den Furchungsprozeß haben wir bei unseren Experimenten in dreifacher Weise verändert: 1. indem wir die Eier nach der Befruchtung mit Reagentien behandelten, 2. indem wir die Eier polysperm befruchteten, 3. indem wir das Zustandekommen der Befruchtung verhinderten. Wir haben dabei die auffallende Wahrnehmung gemacht, daß bei der ersten und zweiten Behandlungsweise sehr viel ähnliche Bilder entstehen, welche wir an erster Stelle besprechen wollen.

Manche der von uns angewandten Mittel haben auf den Verlauf der Furchung so gut wie gar keinen Einfluß, entweder weil sie durch die Dotterhaut am Eindringen behindert sind, oder, was das Wahrscheinlichere ist, weil sie die für den Furchungsprozeß wichtigen Eigenschaften des Eies nicht verändern. So scheinen Morphium, Strychnin, Nikotin etc. nur insofern zu wirken, als sie im allgemeinen schädlich sind und die Lebensfähigkeit des Eies herabsetzen.

Dagegen sind Chinin und Chloral für uns von großer Wichtigkeit, da beide nicht allein den Furchungsprozeß verzögern, sondern sogar bewirken, daß vorbereitende Kern- und Dotterveränderungen wieder rückgängig gemacht werden. Die Unterschiede zwischen beiden Reagentien sind von keiner prinzipiellen Bedeutung, so daß wir sie hier unter Hinweis auf den speziellen Teil unberücksichtigt lassen können.

Wenn der Furchungskern schon die Form der Spindel angenommen hat und der Chloral- oder Chininwirkung unterliegt, so verliert er seine faserige Beschaffenheit und wird ein Haufen kleiner Bläschen, wie sie auch bei der Kernteilung durch Umwandlung der Chromatinteilchen entstehen. Die Bläschen verschmelzen zu einem einheitlichen Kern, welcher wesentlich größer ist als der Furchungskern. Wenn nun die Eizelle sich erholt, beginnt auch wieder die unterbrochene Kernteilung (Taf. V, Fig. 1—5 und Fig. 6—11); nur entstehen jetzt an 4 ungefähr gleich weit voneinander entfernten Punkten der Oberfläche Strahlungen und im weiteren Verlauf 4 Spindeln, welche so im Viereck angeordnet sind, daß je zwei Enden benachbarter Spindeln

im Mittelpunkt einer Strahlung zusammentreffen. Dazu kann noch eine fünfte diagonal gestellte Spindel kommen, was es mit sich bringt, daß zwei gegenüberliegende Strahlungen je 3 Spindelenden enthalten (Fig. 3). Andererseits kann aber auch eine von den 4 typischen Spindeln verlagert sein, die 3 anderen schließen dann zu einem Dreieck zusammen (Fig. 1), die 4. Spindel beginnt mit einem Ende an einer Spitze des Dreiecks und ragt mit dem andern Ende in den Dotter hinein. Wenn es nunmehr zur Teilung kommt, entstehen in allen Fällen 4 Kerne, ein Zeichen, daß jene Variationen des Prozesses von untergeordneter Bedeutung sind. Die 4 Kerne teilen sich im weiteren Verlauf durch regelmäßig erfolgende Spindelbildung weiter. Nur das Protoplasma verhält sich lange Zeit über pathologisch. Bei Chinin weniger als bei Chloral ist es gelähmt und kann infolgedessen den Veränderungen des Kerns nicht folgen. Gewöhnlich werden die Teilungen unvollständig.

Aus der Reihe der mitgeteilten Erscheinungen ist für uns das Wichtigste, daß der Kern in seinen Umgestaltungen aufgehalten wird und sich wesentlich verspätet teilt; in der Zwischenzeit hat er sich aber durch Substanzaufnahme vergrößert, wodurch es ihm ermöglicht wird, sich direkt in 4 Stücke zu teilen. Der gesamte Entwicklungsprozeß würde somit nicht verlangsamt werden, wenn nicht durch die Reagentienbehandlung das Protoplasma dauernd geschädigt und das Ineinandergreifen der Kern- und Protoplasmaveränderungen gestört worden wäre.

Während der normalen Furchungsstadien finden am Kern 2 Vorgänge statt, eine Zunahme an Masse (Wachstum) und die karyokinetischen Prozesse (Metamorphose). Sie laufen parallel und in gleichem Rhythmus nebeneinander her. *Chinin und Chloral stören nur die Karyokinese, während die Substanzaufnahme daneben unbehindert sich vollzieht;* schon früher haben wir darauf aufmerksam gemacht, daß ein Kern gezwungen werden kann zu wachsen, ohne sich zu teilen, daß in dieser Hinsicht kein enger Zusammenhang zwischen beiden Prozessen besteht; um so auffallender ist es, daß die Teilung vom Wachstum beeinflußt wird, indem eine bestimmte Größenzunahme des Kerns direkte Vierteilungen veranlaßt.

Ähnliche Kernveränderungen, wie wir sie durch Chinin und Chloral herbeigeführt haben, treten auch bei Polyspermie ein. Mag die Vereinigung des Eikerns mit 2 Spermakernen durch

längeres Liegen, durch Behandlung mit Chinin, Chloral, Nikotin, Strychnin etc. eingetreten sein, stets bildet sich der Kern direkt zum Tetraster um; auch die soeben erwähnten Modifikationen des Tetrasters kommen vor; es kann eine diagonale Spindel noch hinzutreten oder es kann eine Spindel mit einem Ende ausscheiden worauf die übrigen zu einem Dreieck zusammenschließen. In allen diesen Fällen sind 4 Kerne und 4 meist gut von einander getrennte Furchungskugeln das Produkt der ersten Teilung.

Neue aber nach gleichem Prinzip aufgebaute Kernfiguren entstehen, wenn mehr als 2 Spermakerne zum Eikern geschlagen werden. Die Zahl der Kernpole nimmt ganz bedeutend zu, wahrscheinlich im allgemeinen in einem gewissen Verhältnis zur Zahl der zur Vereinigung gelangten Spermakerne. Es entstehen Kernfiguren mit 7—19 Spindeln und 5—8 Polen. Die Vierteilung wird durch unregelmäßige Teilungen in 3, 6, 8 Stücke oder endlich in viele Stücke ersetzt. Die Teilung verliert ihren normalen Charakter auch insofern, als die Teilstücke lange Zeit durch Brücken untereinander verbunden bleiben oder sich überhaupt nicht vollkommen voneinander trennen.

Da in allen Fällen eine Schädigung der Eizelle durch Reagentien oder mechanische Eingriffe der Polyspermie vorangegangen ist, so könnte man zweifelhaft sein, inwieweit die Schädlichkeiten für die eigentümliche Art der Kernteilung verantwortlich gemacht werden müssen, wenn nicht 2 Momente klar beweisen, daß mindestens in vielen Fällen die Polyspermie allein genügt, um die wichtigen Erscheinungen hervorzurufen.

1. Bei Erzeugung von Polyspermie durch Morphium, Strychnin, Nikotin, also Reagentien, welche den Teilungsprozeß an und für sich gar nicht oder fast gar nicht beeinflussen, treten Tetraster und Polyasterfiguren auf, welche nicht aus Reagentienwirkung, sondern nur aus Vielbefruchtung erklärt werden können.

2. Von Wichtigkeit ist der Zeitpunkt, in dem die Vierteilung eintritt. Bei doppelt befruchteten Eiern tritt die Vierteilung ein, wo andere normal befruchtete Eier sich zweiteilen; sie ist also nicht verzögert, wie es sein müßte, wenn die Anwendung von Reagentien Ursache wäre.

Beide Momente zusammengenommen beweisen unzweifelhaft, daß die Doppelbefruchtung mit Notwendigkeit zur Vierteilung führt.

Da das Eindringen von 2 Spermatozoen in das Ei schon

wiederholt vermutungsweise als Ursache der Zwillingsbildung angesehen worden ist, so liegt es nah, die direkte Vierteilung als ersten Anfang einer Zwillingsbildung zu deuten. Dieser Idee nachgehend, haben wir versucht, ob sich vielleicht die Vierteilung und die daran anschließenden weiteren Furchungen bei Doppelbefruchtung von den entsprechenden Vorgängen bei chloralisierten, monospermen Eiern unterscheiden lassen. Es könnte ja durch die Anordnung der Furchungskugeln der Beweis beigebracht werden, daß eine Doppelanlage im Ei vorhanden ist. Trotz wiederholter Versuche sind unsere Bemühungen resultatlos geblieben. Auch liegt zunächst wenigstens eine andere Möglichkeit der Erklärung näher. Durch das Eindringen von 2 Spermakernen ist der Eikern in einen Zustand versetzt, den er bei Chloralbehandlung ebenfalls erreicht; er hat bedeutend an Masse zugenommen und einen Umfang gewonnen, den er dort wesentlich später und auf anderem Wege, durch Ernährung vom Protoplasma aus, erreicht hat; es wäre wohl denkbar, daß eine gewisse Größenzunahme des Kerns allein schon ausreicht Vierteilung zu erzeugen, gleichgültig ob dieselbe durch abnormes Wachstum oder durch Aufnahme eines zweiten Spermatozoon veranlaßt wurde.

Wir wollen hiermit nicht sagen, daß einem jeden Wachstum des Kerns dieser Einfluß auf die Teilung zukommt. Bekanntlich vergrößern sich manche Kerne, wie das Keimbläschen des Eies zu abnormer Größe und verlieren dabei jede Teilfähigkeit. Man wird daher zu der Annahme gezwungen, daß beim Wachstum des Kerns eine bestimmte Konstitution, vielleicht ein bestimmtes Mischungsverhältnis der verschiedenartigen Kernsubstanzen gewahrt bleiben muß.

Da wir auf die Frage der Zwillingsbildungen geführt worden sind, wollen wir gleich zusammenstellen, was wir hierüber bei Beobachtung der Weiterentwicklung der polyspermen Eier ermittelt haben. Während unseres Meeresaufenthalts haben wir dieser zuerst von Fol angeregten Frage ganz besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Wir haben Tausende von Larven aus überfruchteten Eiern gezüchtet und auf dem Gastrula- und Pluteusstadium untersucht, da voraussichtlich um diese Zeit Zwillingsbildungen am besten hätten erkannt werden müssen. Allein unsere Ausbeute war eine ganz verschwindende, wir haben einige wenige Larven mit doppelter Gastrulaeinstülpung und einige wenige Plutei mit doppelter Spitze aufgefunden. Die geringe, höchstens ungefähr zehn betragende

Zahl von Doppelgastrulae steht in gar keinem Verhältnis zu den Tausenden von einfachen Gastrulae, welche wir aus überfruchteten Eiern gezüchtet haben, sodaß man sie keinenfalls als Beweise für die Ansicht, daß Doppelbefruchtung Doppelmißbildungen verursacht, ausnutzen kann. Immerhin möchten wir auch nicht die Theorie dadurch für widerlegt halten. Da wir vom Seeigel keine Doppelmißbildungen kennen, wäre es wohl möglich, daß diese Tiere ungünstige Organisationsbedingungen besitzen. Es könnten ja gleichwohl zwei Anlagen vorhanden gewesen sein, von denen aber nur eine sich entwickelt, die andere mit jenen wenigen Ausnahmen sich rückgebildet hätte. Wir wollen daher später noch einmal auf die Frage zurückkommen und dann mit Tieren experimentieren, welche ebenso günstige Eier wie die Seeigel haben, bei denen aber das Vorkommen von Doppelmißbildungen schon festgestellt ist.

Frommannsche Buchdruckerei (Hermann Pohle) in Jena. — 297

Über das Nervensystem der Opheliaceen.

Von

Dr. Willy Kükenthal.

Hierzu Tafel XXXII—XXXIV.

Die Litteratur über Opheliaceen ist durchaus keine unbeträchtliche zu nennen, wie ein Blick auf das angefügte Verzeichnis ersehen läßt, und dementsprechend hat sich auch die Zahl der zu dieser Annelidengruppe zu rechnenden Gattungen und Arten vermehrt; dennoch ist es auf Grund der bis jetzt vorhandenen Resultate nicht möglich, eine auch nur einigermaßen befriedigende Übersicht über diese Gruppe zu erlangen. Der Grund liegt zum Teil in der mangelhaften, oft völlig ungenügenden Beschreibung der neu aufgefundenen Arten. Auf ein paar Zeilen eingeschränkt finden wir Größenangabe, Zahl der Segmente, Cirren und Analpapillen, selten etwas mehr.

Auf Grund dieser wenigen Merkmale ist es nicht möglich, die neu aufgestellten Arten als sicher begründet anzusehen, und ich möchte daher LESONA's[1]) Behauptung, dass die Polyophthalmusarten erst noch festzustellen wären, auf das Gesamtgebiet der Opheliaceen ausdehnen.

An Versuchen, eine systematische Einteilung der Opheliaceen herbeizuführen, hat es nicht gefehlt. QUATREFAGES[2]) und später

---

1) MARIO LESONA, Sull'Anatomia dei Polioftalmi, dal Laboratorio zoologico di Messina. (Estratto dalle Memorie della Reale Accademia di Torino, ser. II, tom. XXXV, 1883.)

2) A. de QUATREFAGES, Histoire naturelle des Annelés tom. II. 1885.

Grube[1]) haben sich bemüht, das vorhandene Material zu sichten, und letzterer liefert in seiner „Familie der Opheliaceen" ein ziemlich ausführliches System. Dasselbe basiert auf folgenden Einteilungsprinzipien. Zunächst giebt der Mangel oder die Gegenwart von Atmungsorganen zwei Hauptgruppen:

I. Ohne Kiemen. Polyophthalmus. Qtf.
II. Mit Kiemen.
  A. Kiemen einfach griffelförmig.
    a. Bauchfläche ohne Mittelrinne.
      Travisia Johnst.
      Dyndimene Kbg.
    b. Bauchfläche mit Mittelrinne.
      α. Pharynx mit zwei Papillenbüscheln.
        Ladice Kbg.
        Terpsichore Kbg.
      β. Pharynx ohne Papillenbüschel.
        1. Cassandane Kbg.
          Nitetis Kbg.
          Ophelia Sav.
        2. Armandia Fil.
        3. Ammotrypane R.
        4. Omaria? Gr.
  B. Mit zusammengesetzten Kiemen. Euzonus Gr.

Die früher zu den Opheliaceen gestellten Gattungen Scalibregma R. (Oligobranchus Sars.) und Eumenia Oerst. stellt Grube, nach Malmgrens Vorgange, als die Familie der Scalibregmiden zwischen die Opheliaceen und Telethuseen.

Von diesen angeführten Gattungen sind die von Kinberg aufgestellten durchweg ungenügend beschrieben, und infolgedessen systematisch kaum verwertbar. Mit verhältnismäßiger Sicherheit lassen sich bis jetzt nur fünf oder sechs Gattungen begründen, nämlich:

Polyophthalmus Qtf.
Armandia Fil.
Ammotrypane R.
Ophelia Sar.
Travisia Johnst. und vielleicht noch
Euzonus Grube.

---

1) E. Grube, Die Familie der Opheliaceen. (Jahresbericht der schlesischen Gesellschaft für vaterländische Kultur, 1868.)

Dieselben lassen sich vorläufig am besten folgendermaßen gruppieren:

I. Opheliaceen ohne Bauchrinne.
Travisia Johnst.

II. Bauchrinne in der hinteren Körperhälfte.
Ophelia Sav.

III. Bauchrinne sich durch den ganzen Körper erstreckend.
A. Ohne Seitenaugen.
Ammotrypane R.
B. Mit Seitenaugen.
1. Mit Cirren.
Armandia Fil.
2. Ohne Cirren
Polyophthalmus Qtf.

Genauer untersucht ist nur eine dieser Gattungen: Polyophthalmus, und zwar von QUATREFAGES, CLAPARÈDE, E. MEYER und LESONA. Über die sehr seltenen Armandien finden sich nur kurze Notizen, ebenfalls über Travisia. Die Gattung Ammotrypane hat seit ihrem Entdecker RATHKE (1843) niemand wieder zum Gegenstand eingehenderer Untersuchungen gemacht. Über Ophelien existiert als die ausführlichste Beschreibung CLAPARÈDES Arbeit über Ophelia radiata (1868).

Für meine eigenen Untersuchungen standen mir folgende Arten zu Gebote:

In Neapel: Polyophthalmus pictus Clap.
Armandia polyophthalma mihi.
Ophelia radiata Clap.

An der norwegischen Westküste (Alvoerstrommen bei Bergen):
Ophelia limacina R.
Ammotrypane aulogaster R.
Travisia Forbesii Johnst.

Außerdem wurde ich durch die Güte des Herrn SALVATORE LO BIANCO in Neapel im Frühjahr dieses Jahres mit prachtvoll konserviertem Materiale, vor allem Armandien, unterstützt, wofür ich ihm meinen besten Dank ausspreche.

Aus einer beabsichtigten Monographie der Opheliaceen greife ich meine Untersuchungen über das Nervensystem dieser Gruppe heraus, und will, nachdem ich eine eingehendere Beschreibung desselben bei den einzelnen Arten gegeben habe, in folgender Arbeit versuchen, einige allgemeine Gesichtspunkte zu gewinnen, von

denen aus sich das Nervensystem der Opheliaceen wie das der Polychäten überhaupt betrachten läßt.

Da am lebenden Tier wenig vom Nervensystem zu sehen war, wurde die Untersuchung an konserviertem Materiale geführt. Die Tiere wurden, um Kontraktionen und Zerreißungen zu vermeiden, zunächst betäubt, und zwar kamen sie entweder in eine Lösung von Chloralhydrat in Seewasser (1 : 1000), oder es wurde dem dieselben enthaltenden Seewasser etwas Alkohol zugefügt, welcher langsam diffundierte. Die Fixierung erfolgte durch siebzigprozentigen Alkohol, kalte oder heiße Langsche Mischung, einprozentige Chromsäure, Überosmiumsäure, Pikrinschwefelsäure, Müllersche Flüssigkeit, Jodalkohol, Merkelsche Flüssigkeit und andere mehr· Am besten erwies sich in erster Linie die Abtötung durch Alkohol, in zweiter durch Sublimat.

Im Verlaufe der ferneren Untersuchung kamen zwei Methoden hauptsächlich zur Anwendung: die Präparation des gesamten Nervensystems und die Anfertigung von Schnittserien.

Die Nervenpräparate wurden, nach einer von meinem Freunde E. Meyer mir mitgeteilten Vorschrift, folgendermaßen angefertigt. Die aus dem Meerwasser entnommenen Tiere wurden auf dem Rücken aufgeschnitten, mit Kakteennadeln in einem Paraffinbecken aufgesteckt und mit zehnprozentiger Salpetersäure übergossen. Hierin blieben sie zehn bis zwölf Tage, dann wurden sie mit destilliertem Wasser gut ausgewaschen und kamen dann auf 15 Minuten in eine einprozentige Lösung von Goldchlorid, der einige Tropfen Salzsäure hinzugefügt wurden. Dann wurden sie wieder in destilliertem Wasser ausgewaschen und in fünfprozentige Ameisensäure eingelegt, wo sie vierundzwanzig Stunden verblieben. Nach abermaligem Waschen mit destilliertem Wasser erfolgte die eigentliche Präparation durch Abheben des Darmtractus und vorsichtige Entfernung der Muskulatur. Ein feiner Pinsel, sowie das Aufspritzen von Wasser durch eine Spritzflasche leisten hierbei gute Dienste. Nachdem dann das Präparat durch die verschiedenen Alkoholgrade hindurch in Terpentinöl übergeführt worden war, wurden die Nadeln entfernt und das fertige Präparat auf dem Objektträger in Kanadabalsam übertragen.

Eine andere, mir ebenfalls von E. Meyer mitgeteilte Methode, ist folgende. Die Würmer werden mit Seewasser und wenig Merkelscher Lösung langsam abgetötet, dann im Wachsbecken ausgespannt und mit reiner Merkelschen Lösung übergossen. Hierin bleiben sie vierundzwanzig Stunden, dann werden sie anhaltend

ausgewaschen und durch schwachen Alkohol hindurch in Grenachersches Boraxkarmin übergeführt. Durch Einlegen in siebzigprozentigen Alkohol, dem ein paar Tropfen Salzsäure zugefügt sind, wird die Farbe auf die Kerne lokalisiert, dann wird weitergehärtet, das Präparat aus Alkohol absolutus in Terpentinöl und von da in Kanadabalsam übergeführt.

Eine dritte Methode eignet sich sehr gut für älteres, in Alkohol konserviertes Material. Die Tiere werden aufgeschnitten, im Paraffinbecken aufgesteckt, und bleiben zwölf bis achtzehn Stunden in einprozentiger Überosmiumsäure. Hierauf werden sie gut ausgewaschen, mit Hämatoxylin nachgefärbt und wie die vorher erwähnten Präparate in Kanadabalsam übergeführt.

Schnittserien durch sämtliche Teile des Wurmkörpers wurden in den drei Hauptrichtungen angefertigt und in der verschiedensten Weise behandelt. Von allen durchprobierten Methoden empfehlen sich folgende als die einfachsten und besten. Die aus siebzigprozentigem Alkohol kommenden Würmer werden mit Grenacherschem Boraxkarmin gefärbt, mit schwachsalzsaurem Alkohol anhaltend ausgezogen, bis zu absolutem Alkohol weitergehärtet und mittelst der Senkmethode in Chloroform, von da in Paraffin übergeführt. Schneller kommt man zum Ziele, wenn man die Objekte in Toluol und dann direkt in schmelzendes Paraffin bringt.

Die Schnitte werden mit Kollodium-Nelkenöl aufgeklebt, anhaltend erwärmt, und in Terpentinöl vom Paraffin befreit; aus diesem Terpentinöl gelangen die Objektträger in ein anderes Glas, welches Terpentinöl mit ein paar Tropfen Pikrinsäure in absolutem Alkohol enthält, von da in ein drittes, in welchem das Terpentinöl durch eine Lösung von Methylgrün in absolutem Alkohol gefärbt worden ist, endlich wieder in reines Terpentinöl. Die Einschließung erfolgt in Kanadabalsam. Die Färbung wird mit einiger Übung leicht reguliert, man erhält rote Kerne, Protoplasma und Intercellularsubstanz grün und sehr wohl differenziertes, gelblich gefärbtes Nervengewebe.

Eine zweite Methode giebt ebenfalls gute Resultate. Die in Alkohol konservierten Tiere kommen auf 10 bis 18 Stunden in einprozentige Überosmiumsäure, werden gut ausgewaschen und mit Hämatoxylin nachgefärbt. Die Weiterbehandlung ist dieselbe[1]).

---

1) s. Nansen: Bidrag til Myzostomernes Anatomi og Histologi. Bergen 1885, und Kükenthal, Vereinfachung in der Färbetechnik (Jenaische Zeitschr. für Med. und Nat. 1885).

Travisia Forbesii Johnst.

Über das Nervensystem dieser Art finden wir in der ersten Beschreibung durch Grube[1]) folgendes: Der Bauchstrang besteht aus einer Reihe schwacher, durchaus nicht scharf abgegrenzter Anschwellungen. Die zwei denselben bildenden Stränge weichen im dritten Segmente auseinander, um einen Schlundring zu bilden. Im zweiten Segmente scheint jeder Schenkel des Schlundrings einen Nervenfaden seitlich auszusenden. An der Basis der Fühlspitze vereinigen sich die beiden Schenkel zu einem Ganglion.

Etwas ausführlicher behandelt Pruvot[2]) in seiner Arbeit über das Nervensystem der Polychäten diese Species, ich möchte indes von vornherein betonen, daß meine Resultate in vielen Punkten von denen Pruvots abweichen, zumal was den Bau des Gehirnes anbetrifft. Nach Pruvot besteht das Gehirn aus zwei Ganglien und ist in zwei kleine, hintere Fortsätze ausgezogen, auf denen die Flimmergruben ruhen. Die äußere Schicht der Gehirnganglien stellt eine weite Hülle dar, welche sich auf die Schlundkommissuren fortsetzt. Über der Gehirnmasse sieht man zwei gebogene, vertikale Fortsätze, die von Claparède bei Ophelia radiata als zwei Nerven beschrieben worden sind, indes keine solchen sind und mit den Schlundkommissuren in keinerlei Zusammenhang stehen. Die letzteren vereinigen sich in der unteren Partie des Gehirnes vermittelst der Punktsubstanz. Die oberen Fortsätze wie der gesamte Rest der Hirnmasse sind ausschließlich von der aus zahlreichen, unipolaren Zellen bestehenden Rindenschicht gebildet. Wie bei Lumbriconereis stehen diese Zellen am Rande in inniger Verbindung mit den Elementen der Hypodermis. Vom Gehirn geht kein Nerv aus, da der Kopf weder Augen noch Antennen besitzt.

Die Schlundkommissuren sind verhältnismäßig lang, verlaufen zwei Drittel ihrer Länge parallel und gehen im letzten Drittel zur Umfassung der Mundöffnung zusammen. An dieser Stelle nun liegt ein ziemlich umfangreiches Ganglion, welches nach innen

---

1) Rathke, „Beiträge zur Kentnnis der Founa Norwegens", in Nova Acta, 1843.

2) Pruvot Recherches anatomiques et morphologiques sur le système nerveux des Annélides polychètes. (Archiv. de Zoolog. experim. et gen. 1885.)

zwei Nerven sendet: die Oberlippennerven. Unter diesem Ganglion sendet die Schlundkommissur einen anderen Nerv, den ersten Fußnerv ab; derselbe ist nur von einigen Zellen umgeben, die nicht sämtliche Fasern liefern können, so daß er wahrscheinlich seinen Ursprung von dem auf der Schlundkommissur liegenden Ganglion nimmt.

Die Bauchganglienkette beginnt zwischen dem zweiten und dritten Parapodium. Im letzten Segment besteht sie nur aus einem doppelten Nervenstrang ohne Nervenzellen, der sich dann in zwei, hierauf vier Arme teilt, welche in die dicken, verlängerten Afterpapillen gehen. Auf der Oberfläche der ziemlich frei in der Leibeshöhle liegenden Bauchkette zieht sich ein Muskel durch die ganze Länge hin, während eine große Anzahl anderer Muskelbänder sie fixiert. Die Ganglienanschwellungen sind kaum angedeutet, wie man überhaupt kaum von wahren Ganglien reden kann, da die Nervenzellen von einem Ende zum anderen eine ununterbrochene Schicht bilden. Vorzüglich auf der dorsalen Seite sind dieselben vorhanden, ihre Abwesenheit von der ventralen Seite läßt leicht die fibrilläre Struktur der Rindensubstanz erkennen. Von Zeit zu Zeit lösen sich wellige, anastomosierende Faserbündel von der Hauptmasse der Rindensubstanz ab, durchbrechen die Ringmuskulatur und setzen sich mit der Hypodermis in Verbindung.

Die zentrale Substanz bildet zwei Längsstämme, die am jedesmaligen Abgange eines Nervenpaares durch eine kurze Kommissur verbunden sind. In jedem Segment finden sich drei Nervenpaare, die zwischen Hypoderm und Ringmuskulatur verlaufen.

Zu meinen eigenen Untersuchungen übergehend, will ich zunächst die Bilder zu Grunde legen, welche man bei Betrachtung einer Querschnittserie durch den vordersten Teil des Kopfes erhält.

Fangen wir mit Querschnitten durch den oberen Teil der Sinnesspitze (siehe Fig. 1 a) an, so erhalten wir folgende Bilder. Die Mitte nimmt ein mit der Leibeshöhle in Verbindung stehender Raum ein; umgrenzt ist derselbe von der ansehnlich starken Hypodermis, die aus zu Bündeln vereinigten, langgestreckten, fascrigen Zellen besteht (Fig. 2 hyp.). Diese Fasern verzweigen sich anscheinend an den Ansatzstellen an die Cuticula in ein zartes Netzwerk; ähnlich, aber viel gröber zeigt sich ein solches Netzwerk auch an der inneren der Leibeshöhle zugekehrten Seite und tritt an die zarte innere Cuticula der Hypodermis heran. In den

Maschen dieses Geflechts sieht man nun die Querschnitte von Faserbündeln, die ihrem histologischen Bau nach aus Nervenelementen zusammengesetzt sind. Dazwischen liegende, vereinzelte Zellen besitzen rundliche oder birnförmige Kerne, während die der eigentlichen Hypodermzellen mehr langgestreckt, oval sind (Fig. 2). Die darunter liegenden Schnitte zeigen nun eine nach innen vorspringende Verdickung der Hypodermis zu beiden Seiten (Fig. 2 *ns*). Außer den darin liegenden Querschnitten von Längsfaserzügen sieht man auch vereinzelte horizontale Fasern diese Vorsprünge durchlaufen. Bald vereinigen sich diese beiden lateralen Massen in der Mitte, auf der dorsalen wie ventralen Seite etwas Leibeshöhle übrig lassend. Die diese mittlere Partie durchziehenden Faserzüge nehmen im allgemeinen einen dorsoventralen Verlauf, in ihnen bemerkt man zerstreut liegende, meist rundliche Zellen, ohne ausgesprochene Ausläufer, die bedeutend größer sind als die zu beiden Seiten auftretenden Zellen (Fig. 3).

An der dorsalen Seite verschwindet allmählich die Leibeshöhle, und die Nervenmasse scheint auch hier, wie an den lateralen Seiten, in direkte Beziehung zum Integument zu treten.

An der ventralen Seite wird die Hypodermschicht durch querverlaufende Muskelbündel allmählich verdrängt und bildet nur einen schmalen, der Cuticula anliegenden Streifen.

An den lateralen Seiten beginnen nun allmählich 2 Organe aufzutreten, die als Sinnesorgane aufzufassen sind, wir wollen sie kurzweg als Flimmerorgane bezeichnen. Diesen Flimmerorganen gegenüber bekommen die Hypodermzellen ein anderes Aussehen, sie werden spindelförmig und lagern sich dicht und regelmäßig aneinander an. Im Gehirn beginnen nun die Zellen an der ventralen Seite zu verschwinden und einer gleichmäßigen Nervensubstanz, der sogenannten Leydig'schen Punktsubstanz, Platz zu machen. Dieselbe besteht aus kurzen, wirr durcheinander geknäulten Cylindern. Der an beiden Seiten befindliche Haufen kleinerer Zellen fängt allmählich an zu verschwinden, und es erscheinen größere Nervenzellen, welche zerstreut in den sich kreuzenden Nervenfasern umherliegen. Zu gleicher Zeit macht sich eine Grenze der Nervenmasse gegen das Integument zu bemerklich, indem eine feine Cuticula an den lateralen Seiten sichtbar wird. Zu beiden Seiten der Punktsubstanz entstehen jetzt zwei Zellgruppen von größeren unipolaren Zellen, welche ihre Ausläufer sämtlich zu den langgestreckten, neben den Flimmerorganen liegenden Spindelzellen der Hypodermis senden. Beide Zellgruppen werden

durch einen in die Punktsubstanz eintretenden Faserzug miteinander verbunden.

In den nächstfolgenden Schnitten sieht man, wie zwei breite Nervenstränge sich aus der Punktsubstanz heraus begeben und an die ventrale Seite des Integumentes festsetzen. Es sind dies die beiden Schlundkommissuren. Zerstreut liegende, unipolare Ganglienzellen begleiten sie und senden ihre Ausläufer in die Fasern ein (Fig. 5 gn_1).

An der dorsalen Seite tritt nun ebenfalls eine Sonderung in zwei Zellgruppen ein, welche die größte Masse des Gehirns einnehmen (Fig. 5 gn_2).

Mittlerweile hat sich auch eine fast vollständige Absonderung des Gehirns vom Integument vollzogen, es hängt mit demselben nur noch dorsalwärts etwas zusammen. Mit der Absonderung vom Integument tritt die Gehirnhülle deutlicher auf. Dieselbe erscheint als ziemlich feste Cuticularbildung, von der hier und da einzelne, auch verästelte Fortsätze in die Gehirnmasse eintreten. Da wo diese Cuticula in das Integument eintritt, sieht man zu ihren beiden Seiten dicht nebeneinander liegende flache Kerne, welche sie begleiten und auch auf der frei in der Leibeshöhle liegenden Gehirnmembran hier und da auftreten.

Betrachten wir nun die weitere Entwicklung der beiden dorsalen Zellgruppen. Zunächst sehen wir an den lateralen Seiten eine starke Vermehrung der Zellen, ein Faserstrang geht durch dieselben hindurch und innerviert die Flimmerorgane; beide Faserstränge vereinigen sich in der Mitte des Gehirns. Dann tritt auch eine Zellenvermehrung an der dorsalen Seite auf, und bald stoßen beide Gruppen aneinander an; ein von dort ausgehender Nervenstamm tritt ebenfalls an die Flimmerorgane heran, so daß wir jederseits zwei Äste haben, welche dieselben innervieren. Allmählich wird nun der Zusammenhang zwischen Gehirn und Schlundkommissuren unterbrochen, und letztere treten an das Integument der ventralen Seite, während das Gehirn zuletzt verschwindet.

Aus dieser Querschnittserie, sowie aus der Kombination derselben mit Serien, welche in den beiden andern Hauptrichtungen geführt worden sind, ergeben sich nun für das Gehirn von Travisia Forbesii folgende Befunde. Die Gehirnmasse hängt direkt mit der Hypodermis zusammen und geht in dieselbe über, sowohl dorsal wie an den lateralen Seiten. Dennoch läßt sich eine zarte Cuticula erkennen, welche das Gehirn wenigstens zum Teil von den Ektodermelementen trennt. Außer diesen der Hypodermis

entnommenen Elementen erkennt man noch zwei andere Arten; erstens eine auf der oberen Seite des Gehirns gelegene Gruppe großer, rundlicher Zellen, welche von unregelmäßigen Faserzügen durchkreuzt wird, und zweitens drei Paare von Zellgruppen, die man als Ganglien anzusehen hat. Ein in der Längsaxe des Thieres geführter dorsoventraler Schnitt würde diese drei Ganglienpaare in zwei symmetrische Hälften teilen. Das auf der ventralen Seite liegende Ganglienpaar ist im Gehirn durch einen halbkreisförmig gebogenen, breiten Faserzug verbunden, der sich jederseits durch die Ganglien hindurch zum ventralen Integument hinzieht; es sind dies die Schlundkommissuren. Etwas darüber, ebenfalls auf der ventralen Seite, liegen zwei kleinere Ganglien, welche an die beiden lateral gelegenen Sinnesorgane herantreten; dieselben sind ebenfalls durch einen Faserzug verbunden. Das größte Ganglienpaar befindet sich dorsalwärts zu beiden Seiten der Punktsubstanz und innerviert die Flimmerorgane. Alle diese Ganglien sind weder unter sich noch von den anderen Zellgruppen scharf geschieden. Auffallend ist ferner die Hinfälligkeit der einzelnen Ganglienzellen, auf den meisten Präparaten waren die Zellgrenzen fast gänzlich verschwunden, und nur an wenigen konnte die Natur der Zellen genauer festgestellt werden.

Die hier angeführten Thatsachen stehen mit den Ergebnissen, zu denen Pruvot gelangt ist, in vielen Punkten im Widerstreit. Das Gehirn ist viel komplizierter gebaut, trotz seiner scheinbaren Einfachheit, als Pruvot annimmt, und auch seine Behauptung, daß aus dem Gehirn kein Nerv austritt, wird durch meine Befunde widerlegt.

Die Schlundkommissuren.

Sobald die beiden Schlundkommissuren das Gehirn verlassen haben, begeben sie sich direkt an das ventrale Integument und umziehen den Mund, um sich an der Grenze des zweiten und dritten Kopfsegmentes zur Bildung des Unterschlundganglions zu vereinigen. Die von ihnen ausgehenden Nerven sind, von oben nach unten betrachtet, folgende. Das erste Paar tritt zu den Retraktoren der Flimmerorgane, die als schräg transversale Muskelbündel der ventralen Seite des Integumentes angeheftet sind.

Das zweite Nervenpaar innerviert das erste Fußpaar. Zwischen beiden Schlundkommissuren zeigt sich zugleich eine große Anzahl Nerven, welche die Hypodermis der Länge nach durchziehen;

diese Oberlippennerven sind die Aste zweier großen, jederseits aus den Schlundkommissuren nach innen tretenden Stämme.

Auf dem Niveau der Mundspalte befindet sich ein ziemlich ansehnliches Ganglion (Fig. 6). Umgeben ist dasselbe von einer starken Hülle, welche mit der die Hypodermis von der Drüsenschicht trennenden, breiten Membran in Verbindung steht. Die Mitte nimmt ein von einer zarten Membran umhüllter Faserstrang ein. Sowohl von der äußeren Membran, wie von der innere gehen Lamellen ab. Die äußere sendet von der äußeren lateralen Seite her zwei solche Lamellenbündel, welche sich an die inneren wie äußere Wand hinziehen. Die innere Hülle zweigt nach außen wie innen Äste ab; die nach außen gehenden treten einerseits zu der inneren Wand, andererseits gehen sie in die von der äußeren lateralen Seite herkommenden Lamellen über. Die von der inneren Membran in den Faserstrang eintretende Gerüstsubstanz verzweigt sich sehr bald in feine Ästchen, zwischen denen die einzelnen Fasern eingelagert sind; zwei größere Lamellen sind besonders stark ausgeprägt, sie kommen von der inneren Wand und teilen den Faserstrang in drei Hauptstränge. Von Ganglienzellgruppen lassen sich drei verschiedene unterscheiden, welche sämtlich lateral liegen, zwei nach außen und eine nach innen. Von den beiden äußeren Gruppen giebt die mehr dorsal zu gelegene ihre Ausläufer zum Teil durch die dorsale Seite des Ganglions hindurch in den auf der inneren Seite austretenden Nerven, zum Teil scheinen die Fibrillen in den Faserzug einzutreten. Die ventral gelegene äußere Gruppe sendet ebenfalls ihre Ausläufer in den Faserzug hinein (Fig. 6). Die innen gelegene Zellgruppe ist kleiner als die beiden anderen, ihre Fortsätze treten durch eine von der inneren Lamelle gebildete Spalte in den Faserzug. Eine jede Zellgruppe ist von einem besonderen Neurilemm umhüllt.

Noch ist zu erwähnen, daß die Hypodermis von der Nervenmasse durchaus nicht getrennt ist, die kleinen Zellen derselben liegen zerstreut in der Nervenmasse, besonders auf deren äußerer Seite (Fig. 6 *hz*).

Von diesem Ganglion tritt nun ein Nervenpaar direkt an den obersten Teil des Darmtractus und zieht sich zu beiden Seiten desselben hinab, nach und nach sich verästelnd. Es ist dies der Beginn eines sympathischen Nervensystems, welches Pruvot bereits bei anderen Anneliden beschrieben hat, bei Travisia indessen nicht auffinden konnte. Das Schlundkommissurganglion läßt sich also auch hier als stomato-gastrisches Nervenzentrum auffassen.

Das Bauchmark.

Das Bauchmark hat das Aussehen eines von vorn nach hinten schwächer werdenden Stranges, bei dem äußerlich keine Differenzierung in Ganglien und dieselben verbindende Kommissuren wahrzunehmen ist. Es beginnt auf der Grenze des zweiten und dritten borstentragenden Segmentes mit einer Anschwellung, die man als Unterschlundganglion bezeichnen kann, dann zieht es sich auf der ventralen Seite frei durch die Körperhöhle hindurch und ist durch lange dünne Muskelbänder, die sich an den lateralen Körperwänden anheften, in seiner Lage fixiert. Solcher Muskelbänder erkennt man in jedem Segment drei Paar, außerdem ein Paar auf der Grenze je zweier Segmente. Außer der Quermuskulatur läßt sich noch ein Längsmuskel erkennen, der der Mitte der dorsalen Seite aufgelagert ist und von vorn nach hinten verläuft.

Die Gestalt des Bauchmarks auf einem Querschnitte ist die eines gleichschenkligen Dreiecks, dessen breite Basis von der dorsalen Seite repräsentiert wird, während die lateralen Seiten die Schenkel sind.

Die Zahl der abgehenden Nervenpaare beträgt in jedem Segment drei.

Bei dem eingehenderen Studium des inneren Baues des Bauchstranges kommt man bald zu der Ansicht, daß man, trotz des äußeren, gleichmäßigen Aussehens, zwischen Ganglien und dieselben verbindenden Kommissuren unterscheiden muß. Auf Querschnitten erhält man Bilder, auf denen nicht eine einzige Ganglienzelle zu sehen ist, andererseits waren auf einem Querschnitt oft gegen dreißig vorhanden. Ein horizontaler Längsschnitt durch das Bauchmark zeigt dies noch viel deutlicher. Am Abgange der drei Nervenpaare in jedem Segment finden sich massenhaft Ganglienzellen, während da, wo das Bauchmark von einem Segment in das andere übergeht, nur ganz vereinzelte vorkommen. Aus diesen Gründen, welche besonders noch durch die folgende Beschreibung des histologischen Baues gerechtfertigt erscheinen, möchte ich für die Strecke des Bauchmarks, von der aus die Nervenpaare abgehen, die Bezeichnung als Ganglion in Anspruch nehmen, während die zwischen den einzelnen Segmenten befindlichen Abschnitte als verbindende Kommissuren zu betrachten sind.

Seinem inneren Bau nach besteht das Bauchmark aus zwei verschiedenen Elementen, aus zwei der Länge nach verlaufenden starken Nervenfaserzügen und aus dieselben umgebenden Ganglien-

zellen. Die beiden Längsstränge sind die Stränge der Schlundkommissuren, welche hier zusammengetreten sind; sie sind wie diese von einer besonderen Hülle umgeben, während das gesamte Bauchmark von einer zweiten, äußeren Hülle eingeschlossen wird. Betrachten wir zunächst die letztere. Es ist eine ziemlich starke, nach außen hier und da von zartem Bindegewebe überzogene Membran, die in das Innere des Bauchmarks verschiedene Fortsätze sendet. So besonders von den beiden lateralen Seiten her, während eine unpaare Lamelle, sich an der dorsalen Seite anheftend, durch die Medianlinie des Bauchmarks zieht. Dadurch werden eine Reihe von Kammern bedingt, in denen dann die verschiedenen Ganglienzellgruppen liegen. Die äußere Membran setzt sich beim Austritt der Nerven auf dieselben fort und bildet so das Neurilemm derselben.

Die innere Hülle ist eine viel zartere Membran, welche die beiden Längsfaserzüge umgiebt; die von ihr ausgehenden Fortsätze sind innere und äußere. Von regelmäßiger Anordnung der inneren Lamellen ist so viel zu bemerken, daß zwei besonders ausgeprägte den Faserstrang durchziehen und denselben in drei Hauptstränge zerlegen (Fig. 7 *lst*). Beide Scheidewände ziehen von der inneren Seite des Bauchmarks aus, in die Faserzüge hinein, die eine nach der lateralen, die andere nach der dorsalen Richtung (Fig. 7 *dl* u. *vl*). Außerdem existiert noch eine große Anzahl kleinerer Lamellen, die sich vielfach verästeln und auf diese Weise eine äußerst zarte Gerüstsubstanz, Leydig's „Spongioplasma“, schaffen, zwischen der die eigentliche Nervensubstanz, eine Fortsetzung des Hyaloplasma, zu liegen kommt.

Wie schon erwähnt, treten aber von der inneren Hülle auch sich abspaltende Lamellen nach außen in das Bauchmark hinein. Drei Bündel solcher Lamellen heften sich an die dorsale Innenwand desselben an; außerdem werden die aus den Längssträngen austretenden Nervenwurzeln von dieser Stützsubstanz umgeben. Beim Austritt der Nerven aus dem Bauchmark legt sich dieselbe an die ebenfalls austretende äußere Hülle an.

Noch wäre zu erwähnen, daß auch die Hülle des einen Faserzuges mit der des andern in Verbindung steht, indem von der einen Seite her sich ein abspaltender Strang quer durch den mittleren Raum hindurch an die Hülle des anderen Faserzuges begiebt (Fig. 12).

Die beiden Längsfaserzüge nehmen die innere Masse des Bauchmarks ein. Nach oben treten sie aus dem Unterschlund-

ganglion heraus, um die Schlundkommissuren zu bilden, nach unten, am After spalten sie sich in einzelne, zu den Afterpapillen tretende Nerven.

Ihrem histologischen Bau nach bestehen diese Züge aus einzelnen faserigen Elementen, welche als zarte Fibrillen zwischen den Maschen der Stützsubstanz liegen. Wie schon erwähnt, treten zwei Hauptscheidewände auf, und sondern einen ventralen von einem mittleren und dorsalen Hauptstrang. Dies läßt sich durch die ganze Länge des Bauchmarks hindurch verfolgen.

Betrachten wir nun eine Querschnittserie durch das Bauchmark auf dem Niveau eines Nervenabganges, so erhalten wir folgende Bilder. Zuvörderst können wir ganz bestimmte Gruppen von Ganglienzellen unterscheiden, die nicht nur der Lage nach, sondern auch dadurch, daß sie einzeln von einem zarten Neurilemm umhüllt sind, als besondere Zellgruppen aufzufassen sind. Im ganzen kann man vier Gruppenpaare aufstellen, welche folgendermaßen verteilt sind. Das erste Gruppenpaar (Fig. 7 und 8 gr_1) liegt zwischen den beiden Längssträngen auf der ventralen Seite und besteht jederseits aus größeren und kleineren unipolaren Ganglienzellen, die von einem gemeinsamen Neurilemm umhüllt sind. Nach der Mitte zu liegen die großen Zellen, während die kleineren mehr den Längssträngen angeschmiegt sind. Ebenfalls zwischen den beiden Längssträngen, nur mehr nach der Mitte zu, liegt das zweite Gruppenpaar von kleinen, unipolaren Zellen, die zwischen die mittlere Einkerbung eines jeden Längsstranges treten (Fig. 7 gr_2). Das dritte und vierte Gruppenpaar liegt nach außen von den Längssträngen, und zwar das dritte lateral und mehr ventral (Fig. 7, 9, 10 gr_3), das vierte lateral und dorsal (Fig. 9 gr_4). Es sind in beiden Gruppenpaaren mittelgroße, unipolare Zellen, welche dieselben zusammensetzen; eine jede Gruppe ist umhüllt von einem gemeinsamen Neurilemm.

Diese Zellgruppen senden nun Fortsätze aus, welche folgendermaßen verlaufen. Die Ausläufer der mittleren, ventralen Zellgruppe (gr_1) lassen sich in drei verschiedene Abteilungen gruppieren. Die dem Längsstrange auf der inneren ventralen Seite anliegenden Zellen durchbrechen mit ihren Fortsätzen die Hülle desselben und treten in den ventralen Hauptstrang ein, wo sie sich bald verlieren. Die mehr nach der Mitte zu gelegenen Zellen senden ihre Ausläufer durch die Einkerbung, welche durch die dorsale innere Lamelle entsteht, in den dorsalen Hauptstrang, wo sie in den später zu beschreibenden dorsalen Querstrang wenig-

stens teilweise eintreten. Die am meisten median gelegenen Zellen dieser Gruppe innervieren ebenfalls den dorsalen Querstrang, indem ihre Ausläufer oben umbiegen. Letztere treten aber nicht durch den Faserstrang vermittelst der Einkerbung hindurch, sondern wenden sich noch mehr dorsalwärts und durchbrechen dann die Faserstranghülle.

Die kleinen in der Mitte befindlichen Zellen der zweiten Gruppe senden ihre Fortsätze in die durch die ventrale Scheidewand entstehende Kerbe, in die Mitte eines jeden Faserzuges hinein.

Beim dritten und vierten Ganglienzellenpaar werden die Verhältnisse komplizierter. Die ventrale, seitliche Gruppe sendet ihre Fortsätze zum Teil in den Längsstrang derselben Seite, zum Teil gehen sie jedoch hindurch in den gegenüberliegenden Längsstrang hinein, so daß wir hier eine Kreuzung der Nervenfasern vor uns haben. In derselben Weise verhalten sich die Ausläufer der Zellen der vierten, dorsalen Gruppe; wir haben also zwei Brücken, welche beide Längsstränge auf dem Abgange eines jeden Nerven miteinander verbinden (Fig. 10, 11, 14 *dbr* u. *vbr*).

Wir kommen nun zu der Frage nach dem Ursprung der Bauchstrangnerven.

Jeder Nerv entsteht der Hauptsache nach durch das Austreten von Faserzügen aus dem auf derselben Seite gelegenen Faserstrange. Die austretenden Faserzüge werden von der hier besonders starken, inneren Hülle begleitet. An der Bildung des Nerven nehmen sowohl der dorsale wie ventrale Hauptstrang ihren Anteil, so daß wir zwei Nervenwurzeln unterscheiden können. Ob auch von dem viel schwächeren, mittleren Hauptstrang eines jeden Faserzuges ein an der Bildung des Nerven Anteil nehmender Faserstrang sich abzweigt, konnte ich nicht mit Sicherheit feststellen, obgleich ein Bild darauf hinzudeuten scheint. Außer diesen aus Längssträngen entspringenden Faserzügen tragen aber noch direkte Ausläufer von Ganglienzellen zur Bildung des Nerven bei, und zwar auf folgende Weise. In die dorsale Wurzel treten Ausläufer der mittleren, ventralen Zellgruppe ein, ferner Ausläufer von Zellen der lateralen, dorsalen Gruppe der Gegenseite, welche einen Teil zur Bildung der dorsalen Brücke beitragen. Der Eintritt direkter Nervenzellenausläufer in die ventrale Wurzel ließ sich nicht so vollkommen beobachten, jedenfalls treten aber Ausläufer der lateralen, ventralen Zellgruppe über die ventrale Brücke hinweg wenigstens zum Teil direkt in den Nerven ein, ebenso Ausläufer der mittleren, inneren Zellgruppe (gr_2).

Die Ausläufer der beschriebenen Ganglienzellgruppen tragen also sämtlich sowohl zur Bildung der großen Längsstränge, als auch der Seitennerven bei. Letztere bestehen teilweise aus solchen direkt aus Ganglienzellen entspringenden Fasern, teilweise aus Fasern der Längsstränge, die von anderen Ganglienzellen herstammen.

In der Mitte eines jeden von mir als Ganglion bezeichneten Abschnittes des Bauchmarks finde ich zwei Zellen von bedeutender Größe und entschieden multipolarer Gestalt. Dieselben liegen zwischen den beiden Längssträngen nach der dorsalen Seite zu und senden einen Fortsatz in den medianen Nerven, welcher sich an diesen Stellen deutlicher von den Längssträngen abgrenzt, einen anderen dorsal, einen dritten ventral — über den Verlauf derselben bin ich nicht ins Klare gekommen — und durch einen vierten, in der Längsrichtung verlaufenden scheinen sie beide miteinander in Verbindung zu stehen. Nach HERMANN's Vorgange[1]), der dieselben Zellen im Bauchmark von Hirudo medicinalis aufgefunden hat, bezeichne ich diese Zellen als „mediane Zellen".

Das Vorkommen eines medianen Nerven ist bei Anneliden fast noch gar nicht beobachtet worden. — PRUVOT[2]) beschreibt bei Hyalinoecia tubicola (MÜLL.) einer Eunicide, drei Nervenstränge im Bauchmark, die in der Mitte eines jeden Ganglions zusammentreten. — Travisia Forbesii zeigt diesen medianen Nerven in vollster Ausbildung. Er findet sich ohne Unterbrechung zwischen je zwei Ganglien vor und erscheint als ein zwischen den beiden Längssträngen auf der dorsalen Seite gelegener Strang von spindelförmigem Querschnitt. Von den beiden Längssträngen ist er durch die von der inneren Hülle zur dorsalen Wand abgehenden Lamellenbündel getrennt. Es beschränkt sich aber sein Vorkommen durchaus nicht auf die zwischen die Ganglien liegenden Kommissuren, auch in den Ganglien selbst erscheint er als selbständiger Nerv, und zwar da, wo die zwei medianen Zellen auftreten. Seinem histologischen Bau nach stimmt er mit den Längssträngen überein und stammt auch von denselben ab. Es läßt sich nämlich da, wo er verschwindet, beobachten, daß seine Faserzüge in die hier sehr verbreiterten und ineinander übergehenden dorsalen Hauptstämme der Längsstränge eintreten (Fig. 11).

1) E. HERMANN, Das Centralnervensystem von Hirudo medicinalis, 1875.

2) PRUVOT, l. c. p. 264 u. 324.

Zum Schlusse möchte ich noch Gruppen von kleinen Zellen erwähnen, welche sich hier und da im Bauchmarke vorfinden und sich vorzugsweise an der ventralen Seite um die austretenden Nerven herum zeigen. Es sind ovale, kleine Zellen mit rundlichem Kern, wie sie sich auch an der ventralen Seite der Schlundkommissuren vorfinden. Da sie sich dort als Hypodermbestandteile erwiesen, so glaube ich sie auch hier im Bauchmark als solche auffassen zu müssen, um so mehr, als sie bei anderen Opheliaceen sowohl in der Hypodermis wie in dem damit verbundenen Bauchmark liegen.

Wenn PRUVOT[1]) von den Ganglienzellen des Bauchmarkes behauptet: „Celles-ci sont réparties surtout dans la région dorsale et leur absence du côté ventral permet de reconnaître facilement la structure fibrillaire de la substance corticale", so findet diese Behauptung durch meine Untersuchungen ihre vollste Widerlegung. Gerade die ventral gelegenen Ganglienzellen sind die grössten und zahlreichsten.

Ophelia radiata Clap.

CLAPARÈDE[2]) war der erste, welcher eine, wenngleich kurze, Beschreibung des Nervensystems von Ophelia radiata lieferte. Von vorhergehenden Autoren erwähnt SAVIGNY[3]) Kopfaugen, DELLE CHIAJE[4]) deckt SAVIGNY'S Irrtum auf, welcher den Mund mit dem After verwechselte, zerstört die Ansicht von den Kopfaugen und spricht von einem sehr zarten Nervensystem. OERSTED[5]) erwähnt dasselbe als auf der von SAVIGNY als dorsal bezeichneten Seite liegend und G. COSTA[6]) bemerkt von ihm, daß es sehr entwickelt sei. Etwas Genaueres ist indes von keinem geliefert worden. CLAPARÈDE schildert das Gehirn als klein, leicht ausgezogen, zwei Augen an der Oberfläche tragend und zwei Nerven in den Kopf-

1) l. c. p 307.

2) CLAPARÈDE, Les Annélides du Golfe de Naples, 1868, p. 248.

3) SAVIGNY, Système des Annélides in: Descript. de l'Égypte, 1826, p. 38.

4) DELLE CHIAJE, Descrizione e Notomia etc. Napoli 1841, III, p. 86.

5) OERSTED, Grönlands Annulata dorsibranchiata (Kroyers nat. Tidskr. B. 4, 1842, p. 51).

6) G. COSTA, Annali dell'Accademia degli Aspiranti naturalisti, Napoli 1843 vol II, f. 3, p. 81.

lappen sendend. Die zwei sehr langen Schlundkommissuren vereinigen sich hinter dem Munde zu dem ersten Ganglion der Bauchkette. Dieses Ganglion ist einfach und giebt ebenso wie das folgende drei Nervenpaaren den Ursprung. Von da an verlängert sich jedes Ganglion sehr stark und teilt sich durch zwei Einschnürungen in drei Partieen, so daß jedes Segment drei Ganglien einzuschließen scheint, von denen ein jedes ein Nervenpaar entsendet.

Das ist alles Wesentliche, was Claparède über das Nervensystem von Ophelia radiata mitteilt.

Meine eigenen Untersuchungen über das Nervensystem dieser Art, wie auch der folgenden Opheliaceen, will ich, möglichst im Anschluß an die bei Travisia Forbesii gegebene Darstellung, mit der Schilderung einer am obersten Teil des Kopfes anfangenden Querschnittserie beginnen. Obschon es jedenfalls beim Lesen etwas ermüdend wirkt, so scheint es mir doch der beste Weg zu sein, die verschiedenen histologischen Details, zugleich mit einem Überblick über den inneren Bau des Gehirns klarzulegen.

Die ersten Querschnitte durch die Sinnesspitze von Ophelia radiata zeigen bereits eine laterale Verdickung des Integuments. Diese beiden seitlichen Wülste sind ziemlich schmal, in ihrem freien, rundlichen Ende bemerkt man einige Faserzüge, sowie darin zerstreut liegende Zellen. Bald tritt an dem vorderen Ende eines jeden Vorsprungs eine Sonderung derart ein, daß in der Mitte der Querschnitt eines stärkeren Faserbündels sichtbar wird, welcher ringförmig von kleinen Zellen umkleidet ist. Der Zusammenhang mit dem Integument wird nur noch durch 2 seitliche, schmale Brücken bewerkstelligt. Endlich treten die beiden Vorsprünge in das Gehirn ein. Auf dem obersten Gehirnschnitt wird die Hirnhülle in der Fläche getroffen (Fig. 16), wir sehen dicht aneinandergefügte, polygonale Zellen mit rundlichen Kernen. Bald treten nun die ersten Nervenelemente auf; es sind große, rundliche Ganglienzellen mit runden Kernen zwischen einer regellos verlaufenden Fasermasse (Fig. 17 zg_1). Zu beiden Seiten dieser Gruppe liegen die Querschnitte der vorhin beschriebenen, nach oben gehenden Faserzüge, während die von diesen an das Integument tretenden Leisten auch an das Gehirn treten und zwei laterale Ligamente bilden, welche sich in die Gehirnhülle fortsetzen. In den nächstfolgenden Schnitten verschwindet dieser Ganglienzellenbelag, um der regellos verlaufenden Fasermasse Platz zu machen; zugleich treten zu beiden Seiten, die Querschnitte der lateralen Faserbündel

umgebend, zwei Zellgruppen auf, welche aus ziemlich kleinen Zellen bestehen (Fig. 17 zg_2). In diesen beiden Gruppen liegen die lateralen Augen, dazwischen befindet sich Punktmasse, welche sehr bald den größten Teil des Gehirnes einnimmt und vorn bis an die ventrale Fläche desselben geht (Fig. 18 *Ps*). In dieser treten einige Differenzierungen auf. Die Fasern ordnen sich auf der ventralen Seite zu einer bogenförmig verlaufenden Masse, welche jederseits nach der ventralen Seite zu umbiegt; zugleich sieht man eine Formveränderung derart, daß die Gehirnschnitte trapezförmige Gestalt annehmen, mit der Ventralseite als breiterer Basis. Die Ganglienzellen der beiden die Augen bergenden Zellgruppen sind verschwunden und haben größeren Platz gemacht, welche ebenfalls nach außen zu liegen, unipolar sind und ihre Ausläufer in die bogenförmig verlaufende Fasermasse senden (Fig. 19 gn_1). Nach dem Integument zieht sich von den ventralen Ecken jederseits ein zartes Ligament hin. Ein paar Schnitte weiter erhalten wir nun folgendes Bild. Die Mitte des Gehirnes nehmen zwei halbkreisförmig gebogene Fasermassen ein, von denen die eine ihre beiden Schenkel zur ventralen, die andere zur dorsalen Seite sendet. Beide Fasermassen sind umgeben von unipolaren Ganglienzellen. Die des ventralen Faserzuges sind größer als die des dorsalen, letztere aber viel zahlreicher. Die dorsal liegenden Ganglienzellen sondern sich bald in zwei Gruppen, welche allmählich zu bedeutender Größe anwachsen. Außerdem findet sich aber noch ein drittes Gruppenpaar unipolarer Ganglienzellen. Obgleich scheinbar außerhalb des Gehirnes gelegen, sind sie doch zu diesem zu rechnen, wie sich aus folgendem ergeben wird. Da, wo die beiden Enden des ventralen Faserstranges heraustreten, um die Schlundkommissuren zu bilden, treten zwei starke Faserzüge aus denselben heraus, um sich an das seitliche Integument zu begeben (Fig. 19 *o Qst*). In ihrer Mitte erhalten diese Faserzüge eine Umhüllung durch eine große Anzahl unipolarer Zellen. Die Gehirnhülle setzt sich auch auf diese außerhalb liegenden Ganglien fort. An der Stelle, wo die Faserstränge an das Integument herantreten, erleidet dieses eine Modifikation der Hypodermiszellen, zur Bildung eines Sinnesorganes.

Zwischen den beiden dorsalen Zellgruppen schiebt sich jetzt eine Gruppe bipolarer Zellen ein, welche sich in 2 Partieen spaltet; in der, von der ventralen Seite her gesehen, links liegenden Partie befindet sich das dritte Kopfauge (Fig. 20 zg_3). Auf dem Niveau dieses Auges haben sich die Schlundkommissuren von dem Gehirn

abbegeben und ihre Querschnitte liegen als rundliche Scheiben zu beiden Seiten des Gehirns etwas ventralwärts. Die beiden dorsalen Zellgruppen bilden jetzt die Hauptmasse des Gehirns, dehnen sich so stark aus, daß sie an der dorsalen Seite zusammenstoßen, während sie an der ventralen Seite sich abrunden, und ziehen sich allmählich zu den Flimmerorganen hin, welche sie, in zwei Äste geteilt, innervieren.

Diese auf Querschnitten gewonnene Ansicht von der Zusammensetzung des Gehirns fand ihre volle Bestätigung auf Bildern von Längsschnitten, außerdem möchte ich hier noch eine Beobachtung anfügen, die ich auf Querschnittsbildern nicht hatte machen können, daß nämlich die nach oben in die Sinnesspitze tretenden Nerven mit den Schlundkommissuren in Verbindung stehen, indem sich ein Strang innerhalb des Gehirnes von letzteren abzweigt und nach oben tritt.

Fassen wir die gewonnenen Resultate kurz zusammen, so erhalten wir vom Gehirn der Ophelia radiata folgendes Bild. Es sind, wie bei Travisia, drei verschiedene Zellenelemente, welche das Gehirn zusammensetzen: seitlich und dorsal Gruppen kleiner, bipolarer Zellen, auf der oberen Fläche eine Schicht großer, rundlicher Zellen und drei Ganglienpaare. Das erste Ganglienpaar liegt um die Schlundkommissuren herum, in dieselben die Zellfortsätze einsendend. Das zweite, bei weitem größte, liegt zu beiden Seiten und dorsalwärts der Punktsubstanz und zieht sich in je zwei zu den Flimmerorganen tretenden Nerven aus. Das dritte liegt etwas außerhalb der eigentlichen Gehirnmasse, ist durch eine in die Schlundkommissuren eintretende Faserbrücke verbunden, und sendet zwei kurze Nervenstämme an zu beiden Seiten des Kopfes gelegene Sinnesorgane.

Die Abgrenzung der einzelnen Zellgruppen ist etwas deutlicher als bei Travisia, und auch die Nervenzellen des Gehirns sind nicht so zart und hinfällig wie bei jener Form.

Schlundkommissuren.

Die Hirnhülle setzt sich nach dem Austritt der Schlundkommissuren auf dieselben fort. Es sind zwei lange Stränge, welche, frei in der Leibeshöhle liegend, den obersten Teil des Darmtractus umschließen und sich auf der Grenze des zweiten und dritten Rumpfsegementes vereinigen.

In ihrem histologischen Bau stimmen die Schlundkommissuren von Ophelia radiata mit denen von Travisia überein. Die Haupt-

masse bildet ein Bündel langgestreckter Nervenfasern, welches von einer zarten inneren Membran umgeben ist. An den Stellen, wo Nerven abgehen, zeigen sich vereinzelte Ganglienzellen, etwas unterhalb des Mundes bilden dieselben ein Ganglion.

Kurz nachdem die Schlundkommissuren das Gehirn verlassen haben, zweigt sich ein zartes Nervenpaar an das Integument ab, dann treten auf der Höhe der Mundöffnung zwei Nervenpaare auf, von denen das eine sich nach innen ins Integument wendet, das andere nach innen umbiegt und zu beiden Seiten der Mundhöhle entlang den Darmtractus hinunterzieht (Sympathicus). Beide Nervenpaare entspringen aus dem etwas darunter liegenden Ganglion, welches verschiedene mittelgroße, unipolare Zellen, in ähnlicher Anordnung, wie bei Travisia, enthält. Der Eintritt direkter Zellenausläufer in die Nerven war deutlich sichtbar. Das in das ventrale Integument eintretende Nervenpaar ist seiner Lage nach als Oberlippennervenpaar aufzufassen. Zwei darunter liegende kleine Nervenpaare treten an die Unterlippe, dieselbe innervierend, dann fangen die Schlundkommissuren an näher zusammenzutreten und münden bald darauf in das Unterschlundganglion ein. Noch wäre zu erwähnen, daß der erste von diesem ausgehende Nerv den Schlundkommissuren ein Stück weit folgt und dann erst an das seitliche Integument tritt.

Das Bauchmark.

Das Bauchmark beginnt auf der Grenze des zweiten und dritten Rumpfsegmentes mit der Bildung des Unterschlundganglions. Von da zieht es sich als fast gleichmäßiger, nur im vorderen Teile metamere Verdickungen zeigender Strang nach hinten, um sich dort in zwei Äste zu spalten, welche, sich weiter verzweigend, in die Analpapillen eintreten. Von jedem Segmente entspringen drei Paar Nerven; einem jeden Nervenpaar entspricht im vorderen Körperteile eine Anschwellung des Bauchmarkes. Da es frei in der Leibeshöhle liegt, so wird es durch Muskelbündel an die Körperwand befestigt. Ein zarter Längsmuskelstrang durchzieht außerdem die Hülle der dorsalen Seite.

Ein Querschnitt durch das Bauchmark ist bald rundlich, bald elliptisch, und zeigt in der Mitte die beiden Faserstränge, umgeben von Ganglienzellen, welche in Gruppen zusammenliegen (Fig. 21). In der hinteren Körperhälfte nimmt dieser Ganglienzellenbelag allmählig ab, um endlich ganz zu verschwinden.

Im histologischen Bau finde ich die größte Übereinstimmung mit dem Bau des Bauchmarks von Travisia, nur sind bei Ophelia radiata die Faserstränge verhältnismäßig stärker und die einzelnen Ganglienzellgruppen mehr zusammengedrängt. Die Hüllen mit ihren Lamellen sind in derselben Weise vorhanden, so daß sich auch hier in jedem Längsstrange drei Hauptstränge unterscheiden lassen. Die vier Gruppenpaare von Ganglienzellen zeigen dieselbe Anordnung, besonders stark ist das mittlere ventrale Gruppenpaar entwickelt. Die Zellen desselben finden sich nicht nur in dem von mir als Ganglion aufgefaßten Abschnitt, sondern treten auch vereinzelt in die auf der Grenze zweier Segmente liegenden Längskommissuren über. Die beiden Querbrücken, welche auf dem Niveau des Abganges eines Nervenpaares liegen, treten sehr nahe zusammen, sonst ist der Verlauf der Zellfortsätze der gleiche wie bei Travisia, und die Entstehung der seitlichen Nerven erfolgt auf dieselbe Weise, ein Unterschied findet sich allerdings insofern, als die beiden Wurzeln, welche einen jeden Nerven zusammensetzen, gesondert aus der Umhüllung des Bauchmarkes heraustreten und sich erst außerhalb desselben vereinigen. Der intermediäre Nerv ist nicht deutlich sichtbar, obgleich sich Spuren davon in den Längskommissuren zeigen. Die mediane Zelle war nicht aufzufinden. Dagegen zeigten sich auch hier wieder an der ventralen Seite kleine Zellen mit rundlichen Kernen, deren Herkunft aus der Hypodermis sich bei anderen Formen direkt beobachten läßt.

Ophelia limacina R.

Der Entdecker dieser Art, Rathke, berichtet über das Nervensystem so gut wie nichts, und es sind mir auch keine weiteren Autoren bekannt, welche diesen Gegenstand behandelt hätten.

Mit der Beschreibung des Nervensystems dieser Ophelie kann ich mich kürzer fassen, da es dem der Ophelia radiata sehr ähnlich ist, und ich will mich im wesentlichen darauf beschränken, Abweichungen im Bau des Nervensystems beider Arten zu konstatieren.

Die Hypodermis der Sinnesspitze von Ophelia limacina zeigt im Querschnitt eine faserige Struktur. Zwischen den aus einzelnen, langgestreckten Zellen bestehenden Fasern liegen große, einzellige Drüsen. An beiden Seiten treten aus der Hypodermis zwei Wülste

heraus, die sich nach der Mitte der Leibeshöhle zu begeben. Die vorderen, im Querschnitte kreisförmigen Enden dieser Wülste sind von einem Nervenstrange durchzogen, in welchen einige kleine Zellen eingebettet sind. Nachdem diese beiden Nerven in das Gehirn eingetreten sind, beginnt sich eine Gruppe großer, rundlicher Zellen zu zeigen, zwischen welchen hier und da zerstreute Fasern verlaufen. Diese werden bald zu einem ausgedehnten Netzwerk, mit darin liegenden Zellen, während zu beiden Seiten Gruppen kleiner, bipolarer Zellen auftreten. In diesen letzteren liegen die vorderen, ventralen Kopfaugen. Zugleich erscheint die LEYDIG'sche Punktsubstanz. Aus dieser ziehen ventralwärts die Schlundkommissuren, umgeben von vereinzelten unipolaren Zellen, die in ihrer Gesamtheit als Schlundkommissurganglienpaar aufzufassen sind. Da, wo die Schlundkommissuren aus dem Gehirn austreten, gehen zwei Nervenstränge zu beiden Seiten ab, welche von einer starken Schicht kleiner, unipolarer Ganglienzellen umgeben sind; die Axe dieser beiden Ganglien tritt mit den Schlundkommissuren in Verbindung und geht, wie diese, durch die Punktsubstanz hindurch.

Das dritte Ganglienpaar ist nun auch erschienen; es ist das bei weitem größte und besteht aus mittelgroßen, unipolaren Ganglienzellen; zwei Nerven treten als Äste eines gemeinsamen Stammes aus ihm heraus und innervieren die Flimmerorgane. Zwischen diesem Ganglienpaar erscheint das dritte Kopfauge, eingebettet in eine Gruppe kleiner, bipolarer Zellen.

In seinem sonstigen Bau bietet das Gehirn von Ophelia limacina ebenfalls die größte Übereinstimmung mit dem von Ophelia radiata.

Schlundkommissuren:

Die Anordnung und Lage ist dieselbe wie bei Ophelia radiata.

Was den histologischen Bau anbetrifft, so läßt sich eine äußere Membran erkennen, welche von Bindegewebe mit flachen Kernen umhüllt ist. Diese Membran schließt einen Faserstrang ein, um welchen herum sich hier und da zerstreute Zellen finden. Eine sehr zarte Membran umgiebt diesen Faserstrang und sendet in das Innere desselben Fortsätze ein. Zwei dieser Lamellen, von der inneren, ventralen Seite kommend, sind besonders stark entwickelt und teilen den Faserstrang in drei Hauptstränge. Die kleineren Fortsätze verästeln sich sehr bald und bilden ein Gerüstwerk zur Aufnahme der einzelnen Nervenfasern.

Bald nach dem Austreten der Schlundkommissuren aus dem

Gehirn geht jederseits ein Nerv von demselben ab und innerviert einen schrägtransversalen Muskelstrang, der in das Bereich des Retractors der Flimmerorgane gehört. Während dieser Nerv sich nach außen wendet, tritt ein zweiter, darunter liegender an die ventrale Seite des Integuments, ebenso ein dritter, welche beide als Oberlippennerven zu betrachten sind. Auf dem Niveau der Mundspalte tritt ein sehr starker Nerv jederseits an die Ränder derselben und zieht sich den Darmtractus hinab, es ist dies der Sympathicus. Seinen Ursprung nimmt er von dem Ganglion, welches jetzt auf den Schlundkommissuren zu erscheinen beginnt. Der histologische Bau desselben ähnelt sehr dem bei Travisia beschriebenen. Fast alle Ganglienzellen dieses Ganglions liegen auf der Außenseite der Schlundkommissur, nur hier und da liegen auf der inneren Seite einige Zellen, welche ihre Fortsätze durch die Einkerbung der Lamelle hindurch in das Innere des Längsstranges einsenden.

Bei zwei an das Integument tretenden Nerven, welche von diesem Ganglion ausgehen, läßt sich deutlich bemerken, daß die Ganglienzellen ihre Ausläufer zum Teil durch die Längsfasermasse hindurch direkt in den Nerven einsenden; der Rest der Fasermasse eines solchen Nerven wird durch aus dem Längsstrang umbiegende Bündel gebildet.

Bevor sich die Schlundkommissuren vereinigen, geht noch jederseits ein starker Nerv zu dem zweiten Fußpaar ab; derselbe nimmt aber seinen Ursprung aus dem Unterschlundganglion und ist nur ein Stück mit den Schlundkommissuren vereinigt.

Das Bauchmark.

Der Bau des Bauchmarks von Ophelia limacina weicht von dem der Ophelia radiata fast gar nicht ab, sowohl was die topographischen Verhältnisse, wie die histologischen anbetrifft. Von kleinen Unterschieden wäre zu merken, daß die nervösen Elemente im Bauchmark von Ophelia limacina mehr gegliedert sind; Ganglienzellgruppen, wie Längsstränge sind viel deutlicher abgegrenzt (Fig. 22). Der intermediäre Nerv ist auf Querschnitten durch die auf der Grenze zweier Segmente liegenden Längskommissuren deutlich sichtbar (Fig. 23).

Ophelia bicornis Sav.

Obgleich mir von der mit Ophelia radiata sehr nah verwandten Species keine Exemplare zur Verfügung standen, möchte ich doch, der Vollständigkeit wegen, gern die Resultate anführen, zu denen Pruvot [1]) gelangt ist.

Das Gehirn ist klein, von ovaler Gestalt und sendet keinen Nerven aus. Die Schlundkommissuren sind sehr lang, vom Gehirn aus an Dicke zunehmend; von Nerven findet sich ein an das erste Fußpaar gehendes Paar, ein Paar Oberlippennerven, die wahrscheinlich von dem auf den Schlundkommissuren liegenden Ganglion ihren Ursprung nehmen. Von diesem kleinen, kaum bemerkbaren Ganglion geht noch ein Nerv jederseits an die Mundspalte heran und zieht sich den Darmtractus entlang. Es ist dies der Ursprung des stomatogastrischen Nervensystems.

Die Bauchkette zeigt keine äußere Andeutung von Ganglien und Längskommissuren. Drei Nervenpaare entspringen in jedem Segment; das dritte ist das Fußganglienpaar. Zwischen den beiden Muskeldiaphragmen scheinen nur Fußnerven, welche das 2. bis 5. Fußpaar innervieren, auszugehen.

Ammotrypane aulogaster R.

Über das Nervensystem von Ammotrypane aulogaster habe ich in der Litteratur nichts vorgefunden.

Eine von oben nach unten gehende Querschnittserie durch den vordersten Teil des Kopfes zeigt folgendes:

Schon bevor man eine zusammenhängende Hirnmasse hat, sieht man in dem darüber liegenden Teile, der Sinnesspitze, ein paar ziemlich ansehnliche Nervenmassen, welche an beiden Seiten mit der Hypodermis in Verbindung stehen. Auf darunter liegenden Schniten bemerkt man eine Differenzierung in Nervenfaserbündel, umgeben von vereinzelten Zellen, während eine zarte Membran das Ganze umhüllt. Etwas tiefer treten diese Massen in das Gehirn ein und werden zunächst von der Hirnhülle umgeben. Letztere besitzt eine beträchtliche Dicke; ihre polygonalen Zellen sind mit kleinen, abgeplatteten Kernen versehen. Vier Ligamente

1) Pruvot, l. c. p. 308.

ziehen sich von dieser Hirnhülle an das Integument, 2 dorsale und 2 ventrale.

Nachdem die Flächenbilder durch die Hirnhülle verschwunden sind, erblicken wir die oberste Masse des Gehirnes selbst; die Mitte ist eingenommen von einem Gewirr sich durchkreuzender Fasern, während zu beiden Seiten die Querschnitte der nach oben gehenden Nerven sichtbar werden; diese letzteren sind umgeben von einem Komplex kleiner Ganglienzellen. Bald treten auch in dem Nervengeflecht der Mitte vereinzelte Ganglienzellen auf, von viel bedeutenderer Größe und, wie es scheint, meist bipolarer Natur. Mit dem Integument ist das Gehirn durch 2 laterale Ligamente verbunden. Die Hirnhülle besteht, wie man jetzt deutlich beobachten kann, aus einer ziemlich derben Membran, auf welcher das Bindegewebe aufliegt. Die oberste Schicht der großen, rundlichen oder bipolaren Zellen läßt sich durch mehrere Schnitte hindurch verfolgen und besitzt daher eine ziemlich ansehnliche Dicke.

In der Mitte tritt endlich Punktsubstanz auf. Dieselbe wächst sehr schnell und differenziert sich zugleich in zwei Abschnitte, einen ventralen, halbkreisförmigen und einen mittleren, dorsalen, die durch einige kleine Zellen voneinander getrennt sind.

Zwei Ganglienpaare werden nun sichtbar, das eine zu beiden Seiten der Punktsubstanz, von ziemlicher Ausdehnung. Die unipolaren Zellen desselben senden ihre Ausläufer sämtlich in zwei starke, nach unten gehende Faserzüge, deren Querschnitte bereits auf dieser Höhe sichtbar werden und zu beiden Seiten dorsalwärts von der Punktsubstanz liegen. Ferner zeigen sich an den äußersten Enden der dorsalen Seite zwei andere Ganglien mit dichtgedrängten, kleinen, unipolaren Zellen, deren verbindende Axe als ansehnlicher Faserstrang das Gehirn durchzieht. Dieser Strang ist in der Mitte gebogen und an die Punktsubstanz angedrückt. Die von diesen Ganglien austretenden Nerven treten als kurze Stämme an die beiden Seiten des Integuments und innervieren ein besonderes Sinnesorgan.

Da, wo die Axe der dorsal gelegenen Ganglien eine Biegung nach innen macht, liegt eine kleine Zellgruppe deutlich bipolarer Zellen, welche ihre Ausläufer in einen Nerven sendet. Dieser zieht sich dorsalwärts zwischen den dort liegenden Spalt der dorsalen Längsmuskelbänder hinein und innerviert die Hypodermis, welche an dieser Stelle eine ganz außergewöhnliche Mächtigkeit erlangt hat.

Noch möchte ich zwei im Gehirn verlaufende Faserzüge erwähnen, welche sich jederseits von den Schlundkommissuren nach ihrem Eintritt in das Gehirn abzweigen und nach oben verlaufen; sie bilden einen Teil der Fasermasse der in die Sinnesspitze eintretenden Nerven.

Nun trennen sich die Schlundkommissuren allmählich von der Hauptmasse des Gehirnes ab, und letzteres besteht nur noch aus Nervenmasse des mittleren Ganglienpaares; die Axe eines jeden Ganglions teilt sich, nach abwärts gehend, in zwei Nerven, und diese treten an die Flimmerorgane heran.

Schlundkommissuren.

Nach ihrem Austritt aus dem Gehirn ziehen sich die Schlundkommissuren allmählich zur ventralen Körperseite hin und legen sich an die Längsmuskulatur an. Es sind bei Ammotrypane vier Längsmuskelfelder vorhanden, zwei ventrale und zwei dorsale, welche vier Zwischenräume übrig lassen. Der ventrale Zwischenraum ist der größte. Die Schlundkommissuren liegen nun in der Ecke, welche die Längsmuskulatur im ventralen Zwischenraum bildet. Von abgehenden Nerven ist zunächst ein Strang zu bemerken, welcher die Retraktoren der Flimmerorgane innerviert, dann zieht sich ein freier Nerv zu dem ersten Fußpaar. Nach innen wird die ventrale Hypodermis durch eine Anzahl Nerven, die Oberlippennerven, innerviert. Auf der Höhe der Mundöffnung liegt ein stark entwickeltes Ganglion. Von diesem aus zieht sich ein starker Nerv zu beiden Seiten der Mundhöhle den Darmtractus hinab, sich vielfach verästelnd. Dies ist der Beginn des sympathischen Nervensystems. Auch die Unterlippe wird noch mit ein paar Nerven versorgt, dann gehen die Schlundkommissuren in das Bauchmark hinein.

Der histologische Bau ist derselbe wie bei den vorhin beschriebenen Arten.

Das Bauchmark.

Bei Ammotrypane aulogaster zieht sich vom Mundsegment an bis zum After die Bauchrinne hin; auf ihr liegt das Bauchmark Dasselbe erscheint als ein rundlicher, der Hypodermis direkt aufliegender Strang, der seitlich von den Quermuskelfeldern begrenzt wird. Eine dorsale Begrenzung erfolgt ebenfalls durch Quermuskelbündel, welche sich von einer lateralen Wand zur andern hinziehen.

Eine äußerliche Differenzierung in Ganglien und dieselben verbindenden Längskommissuren ist nicht wahrzunehmen, der Bauchstrang zieht sich vielmehr, allmählich an Dicke abnehmend, sonst ziemlich gleichmäßig von vorn nach hinten, am After sich in zwei, dann mehrere Äste spaltend, die in die Analpapillen eintreten.

Eine Abgrenzung der Nervenmasse des Bauchmarks von der Hypodermis ist noch nicht erfolgt, letztere steht mit dem Bauchmark in direktem Zusammenhang.

Die Untersuchungen über den inneren Bau des Bauchmarks konnten nicht so eingehend angestellt werden, wie die der andern Opheliaceen, da mir nur sehr wenig Material zur Verfügung stand. Was ich indes an letzterem gesehen habe, stimmt mit den bei Travisia gemachten Beobachtungen überein.

Die zwei Elemente, welche die Nervenmasse bilden, sind so angeordnet, daß die Nervenfasern als zwei Längsstränge auf der mehr dorsalen Seite das Bauchmark durchziehen, während die Ganglienzellen, in Gruppen vereinigt, einen jeden dieser Längsstränge umgeben. Als dritter Faktor kommt noch die Hypodermis hinzu, welche, der ventralen Seite angelagert, direkt in die Nervenmasse übergeht (Fig. 26 *hyp*).

Beim Abgange eines jeden Nerven treten zahlreiche, in Gruppen geordnete Ganglienzellen auf, während sie da, wo das Bauchmark von einem Segment in das andere übergeht, fast gänzlich fehlen. Der in jedem Segment im mittleren Teil liegende Abschnitt des Bauchmarks kann daher, trotz des Mangels äußerer Differenzierung, wohl als Ganglion aufgefaßt werden, die zwei Ganglien verbindenden Teile des Bauchmarks als Längskommissuren.

Wie bei den anderen beschriebenen Formen sind zwei Hüllen zu unterscheiden, eine äußere, welche das gesamte Bauchmark umschließt, und eine innere, die Begrenzung der beiden Längsstränge. Die äußere Hülle, eine ziemlich starke Membran, legt sich seitlich an die beiden schräg-transversalen Muskelbündel, ventral an die hier sehr starke Körpercuticula an. In das Innere erstrecken sich eine Reihe von Lamellen, von denen drei besonders ausgeprägte in die Augen fallen. Eine mediane zieht sich quer durch das Bauchmark zur dorsalen Seite hin, während zwei laterale sich in der Mitte gabeln und einen Teil ihrer Lamellen zur ventralen Seite senden, einen andern an den auf derselben Seite liegenden Längsstrang abgeben und mit der Hülle desselben in Verbindung treten.

Die inneren Hüllen umgeben die beiden Längsstränge und senden in das Innere derselben sich weiter verzweigende Lamellen ein, von denen besonders zwei ins Auge fallen. Beide gehen von der Mitte der Innenseite aus. Die eine begiebt sich nach der lateralen Seite und teilt den Längsstrang in einen ventralen und einen dorsalen Teil; der letztere wird nochmals durch die zweite von innen kommende Lamelle geteilt, so daß wir also, wie bei Travisia und den andern bis jetzt beschriebenen Formen, einen ventralen, mittleren und dorsalen Hauptstrang in jedem Längsstrange besitzen.

Die nach außen tretenden Lamellen der inneren Hülle spalten sich von der ringförmigen Hülle in mehreren Bündeln ab, welche sich nach der dorsalen Seite zu begeben.

Noch ist zu bemerken, daß auf der dorsalen Seite der Längsfaserzüge drei riesige Röhrenfasern liegen.

Die vier Gruppenpaare von Ganglienzellen, welche bei den anderen Opheliaceen beschrieben worden sind, finden sich auch bei Ammotrypane aulogaster wieder, nur etwas anders gelagert (Fig. 26). Das erste Paar liegt zwischen beiden Längssträngen auf der ventralen Seite, das zweite in der Einkerbung der Längsstränge, welche durch die Abzweigung der mittleren, inneren Lamelle verursacht wird. Das dritte Gruppenpaar ist nicht, wie bei Travisia, zu beiden lateralen Seiten, sondern mehr ventral gelegen, während das vierte etwas dorsal davon sich befindet.

Die Fortsätze, welche diese Zellen aussenden, sind folgende.

Die Ausläufer der Zellen der ersten Gruppe begeben sich in die Längsstränge, und zwar sowohl in den ventralen, wie mittleren und dorsalen Hauptstrang, die zweite sendet ihre Fortsätze der mittleren Lamelle entlang in das Innere, während die dritte und vierte Faserkreuzungen bilden. Es sind aber nicht, wie bei Travisia, zwei Querbrücken, welche dadurch gebildet werden, die Fasern stoßen vielmehr in der Mitte zusammen und bilden eine einzige Brücke, deren Fasern zu beiden Seiten divergieren.

Es ist nun bei Ammotrypane aulogaster die merkwürdige Thatsache zu konstatieren, daß an jeder Abgangsstelle von Nerven zwei Nervenpaare heraustreten, ein dorsales und ein ventrales; was bis jetzt noch bei keinem Polychäten beobachtet worden ist und sich nur bei Hirudineen wiederfindet.

Der dorsale Nerv nimmt seinen Ursprung aus Faserbündeln, welche sowohl von dem dorsalen, wie mittleren und ventralen Hauptstrang kommen, außerdem senden die Zellen der gegenüber-

liegenden lateral-dorsalen Gruppe (gr_4) ihre Ausläufer direkt in ihn herein; auch von der mittleren ventralen Gruppe (gr_1) scheinen einige Ausläufer, welche der dorsalen Lamelle eines jeden Faserstrangs entlang laufen, direkt hineinzugehen, Der ventrale Nerv entsteht ebenfalls aus umbiegenden Faserbündeln der drei Hauptstränge; von Zellfortsätzen erhält er die der inneren ventralen Gruppe, sowie über die Brücke hinweg die der gegenüberliegenden lateralventralen.

Von großem Interesse ist das Eintreten der Hypodermis in das Bauchmark. Beide gehen direkt ineinander über; die Hypodermiselemente sind kleine Zellen mit rundlichen Kernen, durchkreuzt von regellos verlaufenden Fasern; diese Fasern bilden nun zugleich die Lamellen der äußeren Bauchmarkhülle, so daß also der Übergang ein vollständiger ist. Bei anderen Opheliaceen, bei denen die Trennung des Bauchmarks vom Integument vollständig vollzogen ist, sehen wir dieselben Hypodermelemente als kleine, rundliche, zwischen Faserzügen liegende Zellen wieder.

Armandia polyophthalma nov. spec.

Über die Gattung Armandia existieren vier Mitteilungen von Filippi [1]), Grube [2]) und Marenzeller [3]).

Die von diesen Autoren gegebenen Diagnosen stimmen mit meinen an der neapler Art gefundenen Merkmalen in den meisten Punkten nicht überein, und es erschien mir die Aufstellung einer neuen Art unerläßlich.

Filippi giebt folgende Beschreibung. Zu beiden Seiten des Körpers befinden sich vierundzwanzig Cirren, jeder dieser Cirren, an deren Basis zwei borstentragende Papillen sitzen, entsprechen zwei schwarze Pigmentflecke; der vordere Teil besitzt eine Proboscis, Wimpergruben fehlen.

Man kann wohl mit Marenzeller annehmen, daß Filippi gemeint hat, jedem Cirrenpaare entsprächen zwei Pigmentflecken, so

1) F. de Filippi, Armandia nuovo genere di Annelidi nel Mediterraneo (Arch. per la Zool., l'Anat. et Fisiol. Genova 1861, fasc. II, vol. I, p. 215.

2) Grube, Die Familie der Opheliaceen, Jahresbericht der schles. Gesellsch. f. vaterl. Kultur 1868, und Annulata Semperiana 1878.

3) v. Marenzeller, Zur Kenntnis der adriatischen Anneliden, Sitzungsber. der Wiener Akademie 1874, p. 471.

daß also nur achtundvierzig, nicht sechsundneunzig solcher Flecke vorhanden wären.

Grube verdanken wir die Beschreibung einer Armandia aus Adria von Portoré. Er führt dieselbe als Armandia auf, trotzdem er, entgegen Filippis Diagnose, seitliche Wimperspalten im Kopflappen gefunden zu haben glaubt. Die Länge des Tieres betrug 7 mm, seine Breite etwas über 1 mm. Der nach beiden Seiten hin sich langsam verjüngende Körper hat sechsundzwanzig Segmente, deren jedes über den Rändern der vom achten Segmente an abgesetzten Bauchsohle ein Borstenbündelchen trägt. Die Cirren fehlen am ersten und den drei letzten, sehr rasch aufeinander folgenden Segmenten; die Zahl ihrer Paare beträgt also 22. Augenflecke beginnen am achten Borstenbündel und hören mit dem einundzwanzigsten auf, so daß also 15 Paare vorhanden sind — wie Marenzeller richtig bemerkt, könnten es demnach nur vierzehn Paare sein —. Am Kopfteil hinter den zwei Augenpunkten ragt beiderseits aus einer Spalte ein kleines, sackförmiges Organ hervor, welches wohl dem Wimperorgane des Polyophthalmus entspricht. Am Rande des Endsegmentes sitzen acht, ziemlich ovale Papillen. Grube glaubt diese Armandia, trotz der verschiedenen Zahl der Cirren, zu der Filippi'schen Art Armandia cirrosa rechnen zu können.

Ebenfalls aus der Adria stammt eine dritte, von Marenzeller aufgefundene Armandia. Diese war drei mm lang und ein fünftel mm breit, an dem Vorderende des konischen Kopflappens steht ein kurzer, an der Basis eingeschnürter, stumpfer, beweglicher Fortsatz. Drei Augenflecke lagern in einer Linie dem Gehirn auf. Hinter diesen kann man jederseits eine zum Teil entfaltete Wimperfalte bemerken. Der Körper besteht aus sechsundzwanzig Segmenten und einem, sieben kurze, fingerartige Anhänge tragenden Aftersegmente. An jedem Segment sitzt ein Paar fast rechteckiger Ruder, ein viertel so lang, als die Segmente breit sind, mit einem Büschel kurzer Kapillarborsten und nach innen von diesen mit einem zweiten, doppelt so langen ausgerüstet. Vom zweiten bis einundzwanzigsten Segmente inklusive erscheinen oberhalb des hinteren Randes der Ruder mit Cilien bedeckte, hohle Cirren. Vom siebenten Segmente an treten unmittelbar oberhalb des Ursprungs der Ruder elf Paar Augenflecken auf; lichtbrechende Körper waren darin nicht zu bemerken.

Eine von Grube in den „Annulata Semperiana“ aufgeführte Ophelina leptocirris von den Philippinen muß ebenfalls der Gat-

tung Armandia eingereiht werden, trotzdem sie Grube zu Ophelina stellt. Der Hauptgrund dafür liegt in dem Vorkommen von Seitenaugen. Die Diagnose ist kurz folgende: Vierunddreißig borstentragende Segmente. Vom fünften Segmente an sind die nächsten zehn mit schwarzen seitlichen Punktpaaren ausgestattet. Zwanzig Analpapillen, zwei untere dicke und außerdem eine unpaare etwas längere. Zweiundzwanzig Kiemenpaare, die an Größe allmählich abnehmen. Der Kopflappen nicht länger als breit, auf beiden Seiten mit einer kleinen Vertiefung versehen.

Meine aus dem Golfe von Neapel herstammende Armandia weicht in vielen Punkten von den bis jetzt beschriebenen Arten ab (Fig. 27). Die Größe beträgt bis dreißig, die Breite bis drei Millimeter. Der Kopflappen zieht sich in einen langen, hornförmig gebogenen, spitz zulaufenden Fortsatz aus (Fig. 28). Zu beiden Seiten des Kopfes liegen die mächtig entwickelten Wimpergruben, deren Randwülste eine Hufeisenform mit nach hinten gerichteter Öffnung angenommen haben. Auf den Kopflappen folgen dreiunddreißig Segmente, die sämtlich mit Parapodien besetzt sind. Letztere bestehen aus zwei Rudern, die als rundliche Stummel zu beiden Seiten des Körpers in einer Längsrinne sitzen (Fig. 29). Mit Ausnahme des ersten tragen sämtliche Parapodien Cirren, einfache, fadenförmige, vorn sich zuspitzende Fortsätze, die in den ersten und letzten Segmenten am größten sind, in der Mitte etwas kleiner werden. Nach hinten zu drängen sich die Parapodien etwas zusammen, zugleich erlangen sie aber, ebenso wie Cirren und Borsten, eine mächtigere Entwickelung. Vom sechsten Segmente an bis zum dreiundzwanzigsten inklusive sieht man zwischen den beiden benachbarten Parapodien schwarze Flecke, von denen die ersten neun größer sind, als die darauf folgenden acht. Vom Munde, durch dessen Querspalte der faltige Pharynx sackartig ausgestülpt werden kann, zieht sich bis ins Aftersegment hinein eine tiefe Rinne, welche den Wurmkörper in drei Abschnitte, einen mittleren, größeren, unpaaren und zwei seitliche, kleinere, paarige zerlegt. Das Aftersegment zieht sich lang aus und endigt, von beiden Seiten her plattgedrückt, in zwei die Afterspalte umgrenzende Blätter, von denen jedes acht kleine Papillen trägt, so daß also sechszehn Analpapillen vorhanden sind (Fig. 27, 28, 29, 30).

Vergleichen wir mit dieser Beschreibung die der vorhergehenden Arten, so finden wir folgende Differenzen. Weder Größe, noch Zahl der Segmente, noch Cirrenzahl und Zahl der Seitenaugen stimmen miteinander überein. Die beste Übersicht werden wir

durch folgendes, die einzelnen Arten kennzeichnendes Schema bekommen:

	Fil.	Grube.	Marenz.	Grube.	Kükenthal.
Segmentzahl	—	26	26	34	33
Cirrenpaare	24	22	20	22	33
Augenfleckenpaare	24	14	11	10	17
Zahl der Analpapillen	—	8	7	23	16
	A. cirrosa.	A. cirrosa.	A. oligops.	A. leptocirris.	A. polyophthalma.

Außer diesen Differenzen existieren noch andere, durch welche ich zu der Aufstellung einer neuen Art gedrängt worden bin.

Die Form des eigentümlich hornförmig ausgezogenen Kopflappens hat keiner der anderen Autoren beschrieben. Die Segmente sind dreiringelig, während Grube dieselben als fünfringelig angiebt. Die Cirren fehlen bei sämtlichen anderen Armandien in den hintersten Segmenten, während sie bei meiner Species gerade sehr entwickelt sind (Fig. 30). Die Seitenaugen zeigen eine ganz beträchtliche Differenz, indem die vorderen neun wohl doppelt so groß wie die hinteren acht sind. Die Bauchrinne fängt gleich hinter dem Munde an, während Grube bei seiner aus der Adria stammenden Art angiebt, daß die Bauchsohle sich (ähnlich wie bei Ophelia radiata) erst vom achten Segmente an absetzt. Die Parapodien bestehen aus zwei rundlichen Stummeln, während Marenzeller von fast rechteckigen Rudern spricht. Die starke Entwickelung der Borsten im hinteren Körperteil in Bezug auf Größe und Zahl steht ebenfalls einer Angabe Grubes entgegen, nach dem sie in den drei hintersten Segmenten fehlen sollen.

Alle diese Gründe erscheinen mir zusammengenommen wichtig genug, um eine neue Art aufzustellen, welche ich Armandia polyophthalma zu nennen gedenke.

Man erhält, wenn man eine Querschnittserie durch den vordersten Körperteil der Armandia polyophthalma betrachtet und mit dem unteren Teil der hornförmig gebogenen Sinnesspitze beginnt, folgende Bilder. Die kreisförmig angeordnete Hypodermis ist nach innen zu von einer starken Längsmuskelschicht ausgekleidet, die in vier Längsstämme, zwei ventrale und zwei dorsale, angeordnet ist. In der Mitte liegen die Querschnitte zweier schwach entwickelter Nervenstämme, die mit den lateralen Zwischenräumen durch Ligamente verbunden sind. Vom ventralen wie dorsalen Einschnitt aus ziehen ebenfalls zwei Ligamente in die Mitte, die

beträchtlich schwächere Nerven in ihrer Lage fixieren. Die beiden größeren lateralen Stämme treten endlich in die Gehirnmasse ein, mit diesen zugleich der dorsale Nerv, während der ventrale dem Gehirn sich durchaus nicht nähert. Die ersten Gehirnschnitte zeigen eine fast nierenförmige Gestalt, das Innere wird von einer Masse sich regellos durchkreuzender Fasern gebildet. Zwischen den letzteren treten nun allmählich Ganglienzellen auf, die in drei Gruppen geordnet sind. Eine mittlere mit großen Zellen, zwei laterale, welche die beiden nach oben gehenden Faserstränge umgeben, mit kleinen Zellen (Fig. 31). Die der mittleren Gruppe sind mehr rundlich, die der seitlichen fast durchgängig bipolar (Fig. 32 zg_2). Die Ligamente, welche die nach oben gehenden beiden lateralen Nerven fixierten, gehen nun auf das Gehirn über und treten mit der bindegewebigen äußeren Hirnhülle in Verbindung. Bald zeigen sich auch in den beiden seitlichen Zellgruppen die hoch entwickelten Kopfaugen. In der Mitte entsteht allmählich Punktsubstanz, die bis zur ventralen Hülle vordringt; dieselbe breitet sich immer mehr aus und nimmt bald den ganzen mittleren Teil des Gehirnes ein. An ihrer dorsalen Seite erscheint eine neue Zellgruppe größerer bipolarer Zellen, deren Ausläufer der dorsalen Wand zugerichtet sind (Fig. 33 zg_3). In der, von der ventralen Seite her gesehen, links liegenden Hälfte befindet sich das dritte, unpaare Kopfauge.

Unter der Zellgrube nach der ventralen Seite zu verläuft ein ansehnlicher, scharf ausgeprägter Faserzug nach den beiden dorsalen Ecken hin, um diesen herum gruppieren sich zu beiden Seiten kleine, unipolare Ganglienzellen, welche in ihrer Gesamtheit ein Ganglienpaar bilden. Die Ausläufer dieser Zellen gehen zum Teil in den verbindenden Faserstrang, zum Teil senden sie ihre Fortsätze in ein zu beiden Seiten des Kopfes gelegenes Sinnesorgan. Die Punktmasse macht allmählich Faserzügen Platz; ein starker, halbkreisförmig gebogener Strang wendet sich ventralwärts und bildet mit seinen beiden Ästen die Schlundkommissuren. Von den letzteren zweigt sich, noch im Gehirn, jederseits ein Nervenstrang ab, der sich dorsalwärts nach oben begiebt und jedenfalls in die nach oben in die Sinnesspitze gehenden Nerven tritt.

Von zwei anderen Fasersträngen, welche sich nach unten begeben, sieht man nur die kreisrunden Querschnitte, welche über dem Bogen der Schlundkommissuren und dorsalwärts davon liegen (Fig. 34 gn_2).

Um diese Faserstränge herum gruppieren sich unipolare Ganglienzellen und bilden so ein zweites Ganglienpaar; ein drittes erhalten wir durch vereinzelte unipolare Zellen, welche in die Schlundkommissuren ihre Fortsätze hineinsenden. Ein Querschnittsbild auf diesem Niveau zeigt jetzt etwa folgendes (Fig. 35 u. 36). Das Gehirn hat sich zu einem Pentagon ausgezogen, in die beiden ventralen Ecken ziehen die Schlundkommissuren, in die beiden dorsalen 2 Faserstränge, welche zu den Sinnesorganen zu beiden Seiten des Kopfes treten. Den mittleren Teil des Gehirnes nehmen zwei Ganglien ein, die einen starken Nerven jederseits nach unten absenden.

Von den beiden anderen Ganglienpaaren sind noch Reste um die Schlundkommissuren wie die dorsal-lateralen Faserzüge herum sichtbar. Einige kleine Zellen liegen genau in der Mitte, während von der dorsalen unpaaren Zellgruppe nur noch wenig zu sehen ist. Deren Ausläufer treten durch die dorsale Mittelecke hindurch und verlaufen als Nervenstrang in die dorsale Hypodermis.

Im Verlaufe der nächsten Schnitte nehmen die großen mittleren Ganglien noch mehr an Umfang zu. Die Schlundkommissuren treten aus der Gehirnmasse heraus, und letztere besteht nur noch aus den oberen, erwähnten Ganglien, die an der dorsalen Seite zusammenstoßen (Fig. 37). Die zentralen Faserstränge derselben treten endlich aus den Ganglien heraus und innervieren, sich verzweigend, die Flimmerorgane.

Schlundkommissuren.

Sobald die Schlundkommissuren das Gehirn verlassen haben, treten sie an die ventrale Körperseite, wo sie sich der Längsmuskulatur anlagern. Wir können bei Armandia polyophthalma vier Längsmuskelfelder unterscheiden, zwei dorsale und zwei ventrale; ein jedes Feld ist vom nächsten durch einen Zwischenraum getrennt. Der ventrale Einschnitt wird von Quermuskelbündeln durchzogen, an welche zwei schräg-transversale Muskelbündel, die Retractoren der Flimmerorgane, sich anheften. Die Schlundkommissuren begeben sich nun zunächst an die inneren Ecken der beiden Längsmuskelfelder, von wo sie fast ununterbrochen Fortsätze an der inneren Seite derselben entlang zur darunter liegenden Hypodermis senden. Im histologischen Bau zeigen die Schlundkommissuren ein äußeres, mit der Hirnhülle zusammenhängendes Neurilemm, bestehend aus einer Cuticula mit vereinzelten, nach außen aufliegenden, bindegewebigen Zellen, und innen einen Faser-

strang, umgeben von einer zarten Membran, welche sich als Gerüstsubstanz in das Innere verzweigt. Von abgehenden Nerven bemerkt man zunächst einen Ast, der sich zu den Retractoren der Flimmerorgane begiebt, ferner die schon erwähnten Nervenstämmchen, welche sich vielfach verzweigen und als Oberlippennerven die über der Mundspalte liegende Hypodermis innervieren. Auf der Höhe der Mundspalte zieht sich ein mächtiger Nerv zu beiden Seiten an der Mundhöhlenwand hin, derselbe teilt sich in zwei, dann mehrere Arme, welche sich ziemlich weit den Darmtractus hinunter verfolgen lassen. Es ist dies der sympathische Nerv. Seinen Ursprung nimmt er aus einem Ganglion, welches die beiden Ecken, gebildet von ventralen Längsmuskelfeldern und medianer, ventraler Quermuskulatur, vollständig ausfüllt. Noch ein zweiter Nerv tritt von diesem Ganglion aus und begiebt sich zwischen Längsmuskulatur und Hypodermis.

Auf der Grenze des zweiten und dritten Rumpfsegmentes treten die beiden Schlundkommissuren zur Bildung des Bauchmarkes zusammen.

Das Bauchmark.

Das Bauchmark von Armandia polyophthalma ähnelt sehr dem von Ammotrypane aulogaster. Durch die Bildung einer scharf ausgeprägten Bauchrinne wird der gesamte Körper in drei Abschnitte, einen oberen, medianen und zwei seitliche zerlegt, letztere werden durch Quermuskelbündel von dem mittleren Abschnitt geschieden. Außerdem findet sich noch eine ventrale unpaare Quermuskulatur, und zwischen dieser und der Einstülpung des Integuments zur Rinne liegt das Bauchmark. Es ist ein vom dritten Körpersegment bis zum Aftersegment sich hinziehender Strang, der nach hinten zu niedriger wird und sich zuletzt in zwei Äste teilt, welche, sich weiter verzweigend, die Afterpapillen innervieren.

Die Hypodermis tritt durch die ganze Länge des Bauchmarks hindurch in direkte Verbindung mit letzterem (Fig. 38 *hyp*). Von abgehenden Nerven sind, wie bei Ammotrypane, in jedem Segment zwei Paar ventrale und zwei Paar dorsale zu nennen; die ventralen begeben sich zwischen Längsmuskulatur und Hypoderm in die beiden seitlichen Körperabschnitte, die dorsalen sind wegen ihrer Zartheit schwer sichtbar und lassen sich nur bis zu ihrem Eintritt in die Quermuskelbündel verfolgen.

Die histologischen Verhältnisse sind im großen und ganzen dieselben wie bei dem Bauchmark von Ammotrypane. Die beiden

Hüllen sind deutlich vorhanden. Die Fasern des Hypoderms, welche auf der ventralen Seite eine bedeutende Länge erreichen, treten in das Innere des Bauchmarks ein. Ein Teil zieht sich durch die Mitte des Bauchmarks hindurch bis zur dorsalen Seite, während zu beiden Seiten die Lamellen umbiegen und sich dann, jederseits einen Längsstrang umfassend, gabeln. In die dadurch entstehenden Kammern sind die Ganglienzellgruppen eingelagert. Von diesen Zellgruppen lassen sich, wie bei den andern Arten, vier Paar unterscheiden. Die mittleren, ventralen sind ziemlich stark entwickelt, ebenso die mittleren inneren, welche mit ersteren zusammenstoßen. Die dorsale laterale Gruppe ist sehr reduziert, und dementsprechend die dorsale Querbrücke viel schwächer geworden, dagegen findet sich die ventrale Querbrücke und damit das ventrale laterale Gruppenpaar ziemlich stark entwickelt vor. Über Ursprung und Austritt der Nerven habe ich dasselbe beobachtet, wie bei Ammotrypane aulogaster.

Polyophthalmus pictus Clap.

Der erste, welcher das Nervensystem von Polyophthalmus genauer untersucht hat, ist Quatrefages[1]). Er hat fast alles am lebenden Tier gesehen und durch Zergliederung später bestätigt.

Das Gehirn liegt im mittleren Kopflappen und setzt sich in zwei Hörnern in die Schlundkommissuren fort. Eine Einkerbung am hinteren Rande zeigt die Entstehung des Gehirns aus zwei Ganglien an. Nach vorn gehen vom vordern Gehirnteil zwei Nervenstämme aus.

Bei Beobachtung der langen Schlundkommissuren glaubt er aus der Mitte einer jeden einen abgehenden Nervenfaden gesehen zu haben, der sich zu dem Rückziehmuskel des Flimmerorgans begiebt.

Das Bauchmark setzt sich aus einer Reihe von Ganglien zusammen, welche den Einkerbungen in den einzelnen Segmenten entsprechen; ob die von letzteren ausgehenden Fäden Nerven sind, kann Quatrefages nicht entscheiden.

---

1) A. de Quatrefages, Mémoire sur la famille des Polyophthalmiens. Etudes sur les types inférieurs de l'embranchement des Annelés. Annales des sciences naturelles, tom. XIII. 1850.

Von den Hauptganglien, das heißt den einem ganzen Körpersegment entsprechenden Bauchmarkabschnitten, gehen wenigstens zwei Nervenpaare aus, das eine in die Muskeln, das andere zwischen den Muskeln hindurch zu den Seitenaugen.

Die Bauchkette ist aus einem Bündel sehr feiner Nervenfasern zusammengesetzt, welches in den Ganglien von einer fein granulierten Substanz überkleidet wird.

Alle Teile des Nervensystems sind von einer starken, faserigen Tunika überzogen.

Claparède [1]), welcher speziell Polyophthalmus pictus zum Gegenstand seiner Untersuchungen gemacht hat, bestätigt zum Teil die Beobachtungen von Quatrefages, zum Teil kommt er zu neuen und abweichenden Ergebnissen.

So sieht er am vorderen Teil des Gehirnes eine Reihe kleiner, schwarzer Punkte, kann dagegen von demselben ausgehende Nerven mit Sicherheit nicht erkennen.

An der Bauchkette kann er nur auf dem Niveau jedes Borstenbündels eine unbedeutende Anschwellung entdecken; von dieser geht ein Nerv aus, der also zwischen das letzte Muskelbündel des einen Segments und das erste des darauffolgenden zu liegen kommt. Dieser von Claparède beobachtete Nerv läßt sich mit dem zu dem Seitenauge gehenden Nerven Quatrefages' nicht identifizieren.

In einer späteren Arbeit kommt Claparède [2]) noch einmal auf die Polyophthalmen zurück, indem er unter den Anneliden des Golfes von Neapel einen Polyophthalmus pallidus beschreibt, des Nervensystems ist indes dabei keine besondere Erwähnung gethan.

In neuerer Zeit verdanken wir E. Meyer [3]) eine sehr gründliche Untersuchung über Polyophthalmus pictus; speziell das Nervensystem und die Sinnesorgane sind eingehend von ihm beobachtet worden, und ich könnte auf diese Arbeit in vielen Punkten ohne weiteres verweisen, wenn nicht kurz darauf von Lesona [4])

---

1) Claparède, Glanures zootomiques parmi les Annélides de Port-Vendres 1864. Recherches sur un Polyophthalmien peu connu.

2) Claparède, Les Annélides du Golfe de Naples. 1868.

3) E. Meyer, Zur Anatomie und Histologie von Polyophthalmus pictus Clap. Archiv. f. mikrosk. Anatom. 1882.

4) Mario Lesona, Sull' Anatomia dei Polioftalmi dal Laboratorio zoologico di Messina. Estratto dalle Memorie della Reale Accademia di Torino, ser. II, tom. XXXV. 1883.

eine Untersuchung über denselben Gegenstand erschienen wäre, welche die MEYER'schen Angaben gerade in Bezug auf das hier behandelte Thema vielfach angreift.

Im folgenden sollen zunächst die Resultate angeführt werden, zu denen MEYER gelangt ist, dann gedenke ich die Punkte hervorzuheben, in denen LESONA von MEYER abweicht — ich will schon hier bemerken, daß LESONA die von MEYER sehr sorgfältig beschriebene Gehirnstruktur durchaus nicht als so kompliziert anerkennt — und will zum Schlusse die Ansichten mitteilen, zu welchen ich durch meine eigenen Studien gelangt bin.

Das Gehirn beschreibt MEYER als eine von Ligamenten in der Schwebe gehaltene Masse, welche drei Paar symmetrisch angeordnete Ganglien enthält. Diesen entsprechen drei Paar Nervenstämme. Von den drei Ganglienpaaren liegt das erste im vorderen, oberen Teile des Gehirns, das zweite im hinteren, unteren und das dritte im hinteren, oberen Teile. Jedes Ganglion des ersten Paares enthält einen fast horizontalen axialen Faserstrang, der sich in einen kurzen, zu einem besonderen Sinnesorgan tretenden Nerven fortsetzt. Vom zweiten Ganglienpaar gehen die Schlundkommissuren ab, während das dritte einem Paar starken Nervenstämmen den Ursprung giebt, welche die Flimmerorgane innervieren. Dieses letztere Ganglienpaar zeichnet sich durch seine Größe aus, indem beide Ganglien an der Rückseite des Gehirns zusammenstoßen; außerdem finden sich in ihm auch die größten Ganglienzellen.

Die übrige Masse des Gehirns füllen verschiedene Nervenelemente aus, unter denen MEYER eine besondere Anordnung erkennt. So verlaufen der Länge nach durch das Gehirn zwei starke, cylindrische Faserzüge, unter diesen liegt ein anderer, nach der ventralen Seite zu gebogener Strang, von welchem die Schlundkommissuren ausgehen. Diesen Nervenfaserzügen ist sämtlich eine Pigmentablagerung eigentümlich, wie das Vorhandensein scharfer Umrisse auf dem Querschnitt, die MEYER als zarte, membranöse Hülle deutet.

Ferner haben sich zellige Elemente zu gewissen Gruppen zusammengefügt, von MEYER „Kommissurzellgruppen“ genannt. Es sind bipolare, in allen Richtungen von Nervenfasern umgebene Ganglienzellen, zwischen denen hier und da kleine, dunkle, runde Kerne liegen, außerdem findet sich in ihnen noch häufig Pigment.

Die erste Kommissurzellgruppe nimmt einen Teil der Vorder-

fläche des Gehirns ein und steht in Verbindung mit dem ersten Ganglienpaare, den beiden Längsfaserzügen, dadurch mit dem dritten Ganglienpaare und außerdem mit den vier anderen Kommissurzellgruppen.

Die zweite Gruppe liegt in der Mitte des Gehirns zwischen den beiden Längsfaserzügen, dem oberen vorderen und dem oberen hinteren Ganglienpaare über den Querfaserzügen.

Die dritte Gruppe befindet sich an der unteren Seite des Gehirns unterhalb der Querfaserzüge, zwischen den Schlundkommissuren und dem unteren hinteren Ganglienpaare.

Die beiden letzten Kommissurzellgruppen sind symmetrisch zu beiden Seiten der Längsfaserzüge angeordnet und stehen sowohl mit diesen als mit den die Schlundkommissuren verbindenden Querfaserzügen und den drei Ganglienpaaren des Gehirns in Verbindung.

Von den Schlundkommissuren erwähnt Meyer, daß sie mit einer eigenen, mit flachen Kernen versehenen Membran umgeben sind, die sich einerseits in die Hirnhülle, andererseits in die Hülle des Bauchmarks fortsetzt; sonst gleichen sie ihrem Bau nach, starken Nervenstämmen. Die von Quatrefages erwähnten Nerven, welche von den Kommissuren nach den Rückziehmuskeln der Flimmerorgane gehen sollen, hat er, ebenso wie Claparède, nicht gesehen, hält aber ihr Dasein für wahrscheinlich.

Den Bauchstrang beschreibt Meyer als fast durchweg gleichmäßig, nur im vorderen Teile zeigen sich unbedeutende metamere Verdickungen; gegen das Ende hin wird er schmaler und flacher und spaltet sich am Ende des letzten borstentragenden Segments in zwei terminale, symmetrische Nervenstämme.

Ferner macht Meyer auf die Veränderungen der Leibeswand unter dem Bauchstrang aufmerksam. Das Hypoderm wird zu einer dünnen, mit Kernen versehenen, plasmatischen Matrix, die Cuticula hingegen verdickt sich zum Schutze gegen äußere Einwirkungen.

Der innere Bau des Bauchmarks ist folgender: durch die ganze Länge desselben ziehen sich drei Zellreihen, eine untere mediane und zwei seitliche obere; den Rest bilden Nervenfasern, welche von einer besonderen, membranösen Hülle umgeben sind, von der eine Art gerüstbildende Fortsätze ausgehen. Speziell von unten kommende Fortsätze sind besonders stark, gehen durch den oberen Teil der Hülle hindurch und heften sich an der äußeren, kernhaltigen Membran an.

Die peripheren Nerven gehen von beiden Seiten der unteren medianen Zellreihe aus und entstehen durch rechtwinkliges Umbiegen von Nervenfaserbündeln; die zarte Hülle der Nervenfaserstränge setzt sich auch auf diese Bündel fort, ob auch die äußere Membran, war nicht zu ermitteln. Diese Nerven verlaufen zwischen Hypoderm und Längsmuskulatur. Endigungen waren nicht zu konstatieren, ebensowenig etwas Näheres über die „Röhrenfasern" im Innern des Bauchmarks.

Die stärkste gangliöse Anschwellung ist die vorderste am Anfang des dritten Rumpfsegmentes; sie repräsentiert ein Unterschlundganglion, gebildet durch eine bedeutende Ansammlung von Nervensträngen in der mittleren unteren Zellreihe, an welche sich die Faserstränge der Kommissuren seitlich anschließen. Die beiden seitlichen Zellgruppen fehlen. Die obere mittlere Partie wird von zarten, kernhaltigen Bindegewebsfasern ausgefüllt. Die weiteren metameren Anschwellungen kommen durch lokal verstärkte Anhäufungen von Nervenzellen in den beiden oberen, seitlichen Zellreihen zustande.

Es existieren zwei Paar periphere Nerven in jedem Segment. Das erste entspringt auf dem Niveau der Seitenaugen, zwischen der dritten und vierten Muskelplatte. Meyer konnte indessen nicht, wie Quatrefages, den ganzen Verlauf bis zu diesem Sinnesorgane sehen, ist aber Claparède gegenüber überzeugt, daß wenigstens ein Teil der Nervenfasern dieses Nerven an das Seitenauge herantritt.

Die Lage des zweiten peripherischen Nervenpaares hat Meyer nicht genau feststellen können, glaubt aber, daß es jedenfalls dem von Claparède beschriebenen Nervenpaar nicht entspricht, welches seiner Ansicht nach von letzterem mit einem Paar schräg-transversaler Borstenmuskeln verwechselt worden ist.

Diese Angaben sind in einer späteren Arbeit von Lesona [1]) zum Teil bestätigt, zum Teil jedoch als irrig erklärt worden. So äußert Lesona zunächst sein großes Erstaunen über die von Meyer beschriebene Komplikation des Gehirns; dasselbe ist nach ihm viel einfacher konstruiert. Zunächst hat er weder von Kommissurzellgruppen, noch von bipolaren Zellen trotz monatelangen Studiums etwas gesehen, und er weist auch auf den Unterschied in Meyer's Bild und Beschreibung vom Gehirn hin; in ersterem ist nichts von der Verbindung zu sehen, welche das vordere Ganglienpaar mit den vorderen Kommis-

1) l. c.

surzellen laut Beschreibung eingehen soll. Nach LESONA besteht das Gehirn aus einer Masse, welche nur an einer Stelle die Andeutung einer Teilung besitzt. Es existiert darin eine vordere, fibröse, würfelige Masse, die seitlich und oben eine Umrandung von Zellen zeigt, welche in der mittleren ventralen Region fehlt. In dieser Umhüllung liegen zwei symmetrische, dicke Ganglien von ellipsoidem Durchschnitte, die von der fibrösen Masse durch eine Reihe von der Umrandung herrührender Zellen getrennt sind. Diese Ganglien besitzen eine transversale Kommissur und bestehen aus kleinen Zellen mit zentralem Kern. Aus jedem derselben geht seitlich ein Nerv ab, der in der Haut endigt. Zwischen beiden Ganglien liegt das dorsale Auge.

Darunter liegen zwei andere, nicht so scharf begrenzte Zellmassen mit größeren Zellen, zentralem Kern und einem einzigen Zellfortsatz. Auf diesen liegen die ventralen Augen, und zwei Nervenpaare gehen von ihnen ab.

Der hintere Teil des Gehirnes wird von einer kleinen Zahl von Zellen gebildet, die sehr regelmäßig verteilt sind. Diese Zellen sind sehr groß, mit großem, zentralem Kern, unipolar und birnförmig. In zwei gegenüberstehende Portionen geteilt, geben sie zwei Nervenstämmen den Ursprung, die zu den Seiten des Kopfes gehen.

Von den MEYER'schen Kommissurzellgruppen hat LESONA, wie schon erwähnt, nichts gesehen, weder bipolare Zellen, noch eine derartige Anordnung.

Die beiden Schlundkommissuren entspringen im Gehirn nicht aus Ganglien, wie MEYER will, sondern aus der Mitte der fibrösen Substanz; sie vereinigen sich in dem ersten Ganglion der Bauchkette, dem einzigen, das diesen Namen verdient.

Dieses besteht in der Mitte aus einer Anhäufung rundlicher Zellen, welche zwischen den beiden Fasersträngen liegt und sich nach hinten zu in eine mittlere, unpaare Zellreihe fortsetzt.

Durch zwei Faserzüge setzt sich diese Zellmasse mit zwei anderen in Verbindung, welche an den beiden oberen Seiten der Längsfaserzüge liegen und sich dann ins Bauchmark fortsetzen. Die Längsfaserzüge treten aneinander heran, sind aber durch scharfe Grenzen in verschiedene Abteilungen geteilt. Die drei Zellmassen ziehen sich durch das Bauchmark gleichmäßig hindurch, nur an der dem letzten Muskelbündel entsprechenden Stelle findet man eine unbedeutende Zellvermehrung.

Die Struktur dieser Bauchganglien ist im wesentlichen die gleiche, nur sind sie etwas kleiner wie das Unterschlundganglion.

In jedem Segment entspringen vom Bauchmark zwei Paar Nerven, zwischen die einzelnen Muskelbündel hineintretend; diese lagern sich der Hypodermis an und gehen nicht, wie MEYER will, zwischen diese und die Längsmuskulatur hinein. In den letzten borstentragenden Segmenten konnte LESONA nur ein Paar Nerven auffinden.

Indem ich nun zu meinen eigenen Untersuchungen übergehe, will ich zunächst eine am obersten Teil des Kopfes beginnende Querschnittserie beschreiben.

Ein oberhalb des Gehirns geführter Querschnitt zeigt zwei Nervenstämmchen zu beiden Seiten der Hypodermis mit ein paar vereinzelten Ganglienzellen. Betrachten wir die darauffolgenden Schnitte der Reihe nach, so sehen wir, wie diese Nervenstämmchen in das Gehirn eintreten, zunächst aber wie eine bindegewebige Hülle, die Hirnhülle, sie aufnimmt (Fig. 39 *ns*). Dieselbe besteht aus undeutlich begrenzten; polygonalen Zellen mit kleinen, ovalen, flachen Kernen (Fig. 39 *bgh*). Das in das Gehirn eintretende Nervenpaar wird von kleinen, vielfach deutlich bipolaren Zellen umhüllt, während die Mitte von einer Zellgruppe großer, rundlicher Zellen eingenommen wird. Eigentümlich ist das Auftreten einer Masse Pigmentkörnchen in diesem Zellkomplex. Letztere sind von bräunlicher Farbe und oft zu Klumpen zusammengeballt. Das Gehirn nimmt nun schnell an Unfang zu. Die beiden lateralen Gruppen kleiner bipolarer Zellen wachsen ebenfalls beträchtlich an, und ventralwärts von ihnen tritt nach innen zu die sog. Leidig'sche Punktmasse auf. Zwei dorsale und zwei ventrale Ligamente halten jetzt das Gehirn in Schwebe. In den lateralen Zellgruppen erscheinen nun die mächtig entwickelten Kopfaugen, auf diesem Niveau läßt sich zugleich der Austritt dreier sehr zarter Nervenpaare beobachten, die an das Integument gehen und dasselbe innervieren. Daß dieselben nicht mit Ligamenten zu verwechseln sind, sieht man an dem Austritt der einzelnen Nervenfasern aus dem Gehirn. Es fangen nun die Schlundkommissuren an aufzutreten; ihre Fasern bilden in der Punktsubstanz einen nach der ventralen Seite zu offenen Halbkreis. Nicht alle Nervenfasern der Schlundkommissuren nehmen übrigens an dieser Bogenbildung Anteil, eine ganze Portion trennt sich davon ab und begiebt sich nach oben zu, wahrscheinlich zu den beiden kleinen oberen Nervenstämmchen.

Noch wäre zu erwähnen, daß zu beiden Seiten der Schlundkommissuren vereinzelte unipolare Zellen auftreten, die ihre Ausläufer in dieselben hineinsenden und in ihrer Gesamtheit als Ganglienpaar aufzufassen sind.

Die Veränderungen im dorsalen Teile des Gehirns sind folgende. Zu beiden Seiten sind zwei Ganglien erschienen, die durch eine Querkommissur mit einander verbunden sind. Dieses Ganglienpaar besteht aus kleinen, unipolaren Zellen, deren Ausläufer teils in die Querkommissur, teils in die Fortsetzung derselben, in zwei kurze laterale Nervenstämme eintreten. In der Mitte zwischen beiden Ganglien, dorsalwärts von der Querkommissur gelegen, befindet sich eine Zellgruppe bipolarer Zellen, die aber durchaus keinen kommissuralen Charakter haben, sondern ihre Ausläufer in einen medianen dorsalen Nerven senden, welcher die Rückenseite des Kopfes innerviert (Fig. 41 zg_3). Eine andere Zellgruppe liegt der letzteren diametral gegenüber auf der ventralen Seite, umfaßt von dem Bogen der Schlundkommissuren. Einige kleine, in der Mitte gelegene Zellen bewirken eine Trennung der Punktsubstanz in eine dorsale und eine ventrale Hälfte (Fig. 41 zg_5); die dorsale Hälfte verliert allmählich ihren Charakter als Punktsubstanz und wandelt sich in zwei große, nach unten gehende Nerven um. Diese sind jederseits von Ganglienzellen umgeben, dem dritten Ganglienpaar. Das dritte Kopfauge tritt jetzt auf, gelegen in der medianen dorsalen Zellgruppe. Bald besteht das Gehirn nur noch aus der Masse der letzterwähnten Ganglienpaare, deren Nerven sich in zwei Äste spalten, welche die Flimmerorgane innervieren.

Diesen Beobachtungen zufolge schließe ich mich im Großen und ganzen Meyer's Anschauungen über den Bau des Gehirns von Polyophthalmus pictus an. Sowohl die drei Ganglienpaare wie die Faserstränge und die Zellgruppen sind vorhanden, nur möchte ich, und darin stimme ich Lesona bei, für letztere den Ausdruck „Kommissurzellgruppen" weglassen, da sie eine derartige Funktion nicht zu haben scheinen.

Während sämmtliche Zellgruppen, mit Ausnahme der oberen, welche aus großen, rundlichen Zellen besteht, kleine, bipolare Zellen enthalten, sind die Ganglien ausnahmslos aus unipolaren Zellen zusammengesetzt; ich fasse daher das Gehirn von Polyophthalmus pictus, wie das der anderen Opheliaceen, als aus drei verschiedenen Zellelementen zusammengesetzt auf, und zwar sind dies: erstens die obere Zellgruppe mit großen, rundlichen Zellen, zweitens sämtliche andere Zellgruppen, sowohl die beiden seit-

lichen wie die dorsale und ventrale, bestehend aus kleinen, bipolaren Zellen, und drittens die drei Paar Ganglien. Das erste Paar derselben ist durch einen Querstrang verbunden, der sich von den Schlundkommissuren halbkreisförmig abzweigt; als von ihm ausgehende Nerven sind die Schlundkommissuren selbst aufzufassen. Das zweite Paar liegt zu beiden Seiten der Punktsubstanz, dasselbe entsendet nach unten zwei starke Nerven, welche von Meyer als das Gehirn durchziehende, starke, cylindrische Faserzüge beschrieben worden sind; als verbindende Axe beider Ganglien ist die dazwischen liegende Punktsubstanz zu betrachten. Das dritte Paar liegt dorsal, etwas nach oben, und wird durch eine starke Querkommissur verbunden, während die abgehenden Nerven als Fortsetzung der Axe an die laterale Hypodermis an zwei Sinnesorgane gehen. Alle drei Axen, Schlundkommissurbogen, Punktsubstanz und dorsaler Querstrang liegen dicht einander auf. Außerdem durchziehen zwei parallele Stränge als Fortsetzung der Schlundkommissuren das Gehirn nach oben und der dorsalen Seite bis in das oberste Nervenpaar; es ist deshalb wohl gerechtfertigt, die drei Ganglienpaare als Ganglien der beiden, den gesamten Körper durchziehenden Längsstränge, ihre Axen als Querkommissuren derselben aufzufassen. Die Auffassung der Punktsubstanz als modifizierte Querkommissur hat deshalb eine um so größere Berechtigung, als sich auch hier und da im Bauchmark eine Umwandlung der Masse von Querkommissuren in Punktsubstanz erkennen läßt.

Schlundkommissuren.

Die Schlundkommissuren treten als zwei Stränge aus dem Gehirn heraus und begeben sich, den Darmtractus umfassend, an die ventrale Seite, wo sie sich auf der Grenze des zweiten und dritten Rumpfsegmentes im Unterschlundganglion vereinigen. Von abgehenden Nerven konnte ich folgende beobachten. Kurz nach dem Austritt der Schlundkommissuren aus dem Gehirn tritt ein sehr zarter, schwer zu bemerkender Faserstrang aus ihnen heraus und begiebt sich an die Retraktoren der Flimmerorgane. Etwas weiter nach unten gehen nach innen ein Paar kurzer Nerven in die Hypodermis hinein, die Oberlippennerven, dann beginnen sich die Schlundkommissuren auf dem Niveau der Mundspalte stark zu verbreitern, es treten Ganglienzellen auf und bilden ein Ganglion. Von diesen tritt ein starker Nerv an beide Seiten der Mundhöhle und zieht sich, in zwei, dann mehrere Äste sich spaltend,

den Darmtractus hinab; derselbe ist als Sympathicus zu betrachten; nach außen geht ein anderer Nerv einem schräg-transversalen Muskelbündel entlang zum ersten Fußpaar. Unterhalb des Schlundkommissurganglions sind noch ein paar kurze, feine Unterlippennerven vorhanden, dann treten die Schlundkommissuren ins Bauchmark ein.

Im histologischen Bau zeigt sich eine vollständige Übereinstimmung mit den später zu beschreibenden Längssträngen des Bauchmarks. Die Hirnhülle setzt sich auch auf die Schlundkommissuren fort. Die Mitte der letzteren nimmt einen Faserstrang ein, welcher von einer feinen Membran umgeben ist. Das Schlundkommissurganglion zeigt einen Zerfall des Längsstranges in drei Hauptstränge, indem von der ventralen Seite her zwei Lamellen denselben durchsetzen. Von Ganglienzellgruppen lassen sich hauptsächlich zwei, nach der äußeren ventralen Seite zu gelegene bemerken; ein Teil der Ausläufer derselben geht, wie ich an einem besonders günstigen Schnitt deutlich gesehen habe, quer durch den Längsstrang hindurch und tritt direkt in den zum Integument abgehenden Nerven.

Das Bauchmark.

Das Bauchmark zieht sich als fast gleichmäßiger, nur im vorderen Teile unbedeutende metamere Verdickungen zeigender Strang auf der Bauchrinne entlang bis zum After, wo sich seine beiden Längsstränge spalten, und ihr Inhalt sich an dieser Stelle in Punktsubstanz umwandelt. Am meisten ähnelt es in seinem Bau dem Bauchmark von Armandia polyophthalma, doch ist die Anzahl der Ganglienzellen in den einzelnen Gruppen eine viel geringere bei Polyophthalmus. Ein Querschnitt durch den vorderen Teil des Bauchmarks hat Trapezform mit hohen Seiten, während im hinteren Teil die Höhe und auch die Masse beträchtlich abnimmt.

Von der Hypodermis ist das Bauchmark nicht scharf getrennt, die Fasern der ersteren treten zum Teil in das Bauchmark hinein, während ihre kleinen rundlichen Zellen in ihrer ursprünglichen Lage auf der ventralen Seite verbleiben. Der dorsalen Seite liegt eine durch den ganzen Körper sich hinziehende Schicht von Quermuskeln auf, während seitlich schräg-transversale Muskelbänder angeheftet sind, welche die beiden seitlichen Körperabschnitte von dem mittleren trennen.

Die Faserstränge sind sehr stark entwickelt und nehmen den meisten Raum im Bauchmark ein; umhüllt sind sie von einer

deutlich sichtbaren Membran, von welcher nach innen und außen Lamellen abgehen; so begiebt sich eine Lamelle von einer Längsstranghülle zur andern quer durch den medianen Raum und verbindet beide. Nach innen treten von der ventralen Seite aus zwei besonders stark entwickelte Lamellen, welche den Faserstrang in drei Hauptstränge teilen; vielfach treten dieselben durch den Faserstrang hindurch und heften sich an die äußere Hülle des Bauchmarks an. Indem nun außerdem noch eine große Anzahl kleinerer, sich vielfach verästelnder Lamellen in das Innere der Faserstränge eintreten, erhalten wir eine stark entwickelte Gerüstsubstanz, zwischen der die einzelnen Nervenfibrillen zu liegen kommen.

Von der äußeren Hülle ist zu bemerken, daß dieselbe aus einer starken Membran mit daraufliegenden, bindegewebigen Zellen besteht. Unter den in das Innere des Bauchmarks ziehenden Lamellen ist die größte eine von der ventralen zur dorsalen Wand ziehende.

Die Zahl der Ganglienzellen, welche diese Längsstränge umgeben, ist eine geringere als bei Armandia, ihre Lage dieselbe, so daß wir also auch hier wieder vier Gruppen unterscheiden können, die ebenso wie bei den anderen Opheliaceen gelagert sind. Am Abgange eines jeden Nervenpaares sind zwei Brücken zu bemerken, welche durch die Ausläufer der entsprechenden Ganglienzellen hergestellt werden.

Wie bei Ammotrypane und Armandia, so erscheinen auch bei Polyophthalmus dorsale Nerven außer den ventralen, so daß also, entgegen der Angabe sämtlicher Autoren, nicht zwei, sondern vier Nervenpaare in jedem Segmente das Bauchmark verlassen, nämlich zwei dorsale und zwei ventrale. Die dorsalen Nerven entspringen aus zwei Wurzeln, die aus Nervensträngen des dorsalen und ventralen Hauptstranges gebildet werden. Außerdem läßt sich noch das Eintreten direkter Zellausläufer in diese Wurzeln beobachten, indem nämlich von der dorsal-lateralen Zellgruppe der Gegenseite her einige Zellausläufer über die dorsale Brücke in die dorsale Nervenwurzel, von der mittleren ventralen Gruppe in die ventrale eintreten. Beide Wurzeln werden von der inneren Membran umkleidet und vereinigen sich vor dem Austritt aus dem Bauchmark zum Nerven, der zwischen die schräg-transversalen Muskelbündel hineingeht.

Die viel stärkeren ventralen Nerven bestehen ebenfalls bei ihrem Beginn aus zwei Wurzeln; außer den aus dem dorsalen Hauptstrang austretenden Fasern, wird die dorsale Wurzel durch

direkte Nervenausläufer der gegenüberliegenden lateralen ventralen Gruppe, die ventrale durch eintretende Fortsätze der inneren ventralen Gruppe mit Ganglienzellen direkt in Verbindung gesetzt. Die ventralen Nerven begeben sich, vom äußeren Neurilemm umgeben, an die Hypodermis und treten, wie Meyer bereits angegeben hat, zwischen diese und die Längsmuskulatur hinein. Die innere die Nervenwurzeln begleitende Hülle legt sich beim Austritt des Nerven an die äußere an.

Vergleichender Rückblick.

Das Gehirn.

Wenn wir zunächst die Gehirne der verschiedenen Opheliaceen vergleichend betrachten, so könnten wir als Ausgangspunkt das einfachst organisierte, das der Travisia Forbesii nehmen. Es sind indes verschiedene Punkte, welche mich zu der Annahme nötigen, daß, trotz der scheinbaren Einfachheit im Bau des Gehirns von Travisia, dasselbe als ursprünglich höher organisiert zu betrachten ist.

Meine Ansicht über den Bau des Gehirnes ist folgende. Drei verschiedene Elemente haben an dem Aufbau mitgewirkt; das erste ist die auf der oberen Seite liegende Gruppe großer, rundlicher Zellen, durchkreuzt von regellos verlaufenden Nervenfasern. Da das Gehirn im Laufe der Entwickelung des Tieres keine wesentliche Lageveränderung eingeht, so ist die Vermutung nicht unberechtigt, daß wir in dieser oberen Zellenschicht die Reste der Scheitelplatte der Larve zu erblicken haben. Ein zweiter Faktor ist die Einwanderung von Ektodermzellen in das Gehirn. Mit der Einwanderung dieser Ektodermzellen ist auch eine Einwanderung der Sinnesorgane, vor allem der Augen, welche einst sicherlich nach außen lagen, Hand in Hand gegangen. Die Zellgruppen, in welchen die Kopfaugen liegen, also die beiden lateralen und die dorsale, stammen also aus dem Ektoderm; der teilweise direkte Zusammenhang dieser Zellen mit den Ektodermzellen giebt dafür einen neuen Beweis.

Die Hauptmasse des Gehirns aber rührt von den Schlundkommissuren resp. den beiden den gesamten Körper durchziehenden Längssträngen nebst deren Ganglienzellenbelag her. Drei Paar Ganglien gehen in die Bildung des Gehirnes ein. Diese drei Ganglienpaare sind durch Nervensubstanz verbunden. Das erste, meist schwach entwickelte Ganglienpaar umgiebt die Schlundkommissuren. Die verbindende Brücke derselben im Gehirn ist

die Axe beider Ganglien. Dann folgen die mittleren, sehr stark entwickelten Ganglien; die zwischen ihnen liegende Punktsubstanz entspricht einer dieselben verbindenden Querkommissur, die von ihnen ausgehenden Nerven innervieren die Flimmerorgane. Das dritte Ganglienpaar liegt entweder dorsal (Ammotrypane, Armandia, Polyophthalmus) oder mehr ventral (Travisia, Ophelia), in beiden Fällen aber auf der oberen Seite. Der Querstrang, welcher dieselben verbindet, liegt im ersteren Falle der dorsalen oberen Seite der Punktsubstanz auf, im zweiten Falle der ventralen oberen Seite, wo er parallel mit dem Querstrang der Schlundkommissuren verläuft. Daß nicht die gesamte Masse der Schlundkommissuren zur Bildung des im Gehirn liegenden Bogens aufgebraucht wird, erkennt man daran, daß sich jederseits die Schlundkommissuren durch das Gehirn in einem, allerdings schwachen Strange fortsetzen, der die Hauptmasse der beiden in die Sinnesspitze verlaufenden Nerven bildet.

Betrachten wir von diesem Gesichtspunkt aus das Gehirn der Opheliaceen, so werden wir als Typus und Ausgangspunkt die Gattung aufzufassen haben, deren Gehirn die Differenzierungen, welche, wie wir gesehen haben, verschiedenen Ursprungs sind, in voller Ausbildung zeigt. Das sind die Armandien und, diesen sich anschließend, die Polyophthalmen. Etwas weniger ausgeprägt ist der Bau des Gehirnes der Ammotrypanen, während die Gehirne der Ophelieen eine noch tiefere Stufe einnehmen. Am meisten ist der Bau des Gehirnes verwischt bei den Travisien. Nur hier und da sind im Gehirn der letzteren Andeutungen einer Hirnhülle vorhanden, welche Hirnmasse und Ektoderm voneinander scheidet. Die verschiedenartigen Zellgruppen verschiedenartigen Ursprungs gehen in diesem Gehirn fast ohne Grenze ineinander über.

Die Schlundkommissuren.

Der Bau der Schlundkommissuren ist bei allen Opheliaceen der gleiche, nur mit dem Unterschied, daß sie entweder der Hypodermis aufliegen und auch Elemente aus derselben aufnehmen, oder frei durch die Leibeshöhle ziehen. Auf der Grenze des zweiten und dritten Rumpfsegmentes vereinigen sie sich zu dem Unterschlundganglion. Von abgehenden Nerven sind von oben nach unten zu bemerken: ein Nerv an die Retraktoren der Flimmerorgane, einer an das erste Fußpaar, Oberlippennerven, Sympathicus und Unterlippennerven.

Das sympathische Nervensystem nimmt seinen Ursprung aus

einem auf den Schlundkommissuren liegenden Ganglion, welches, wie Pruvot [1]) bereits betont hat, als stomatogastrisches Nervenzentrum aufzufassen ist. Der Bau dieses Ganglions gleicht dem Bau der einen Hälfte eines Bauchmarkganglions, nur ist im letzteren eine mittlere ventrale Zellgruppe vorhanden, welche dem Schlundkommissurganglion fehlt.

Das Bauchmark.

Über das Bauchmark ist zu bemerken, daß es bei allen untersuchten Opheliaceen ein ziemlich gleichmäßiger, von vorn nach hinten verlaufender Strang ist, mit einer vorderen Anschwellung, dem Unterschlundganglion, beginnend. Entweder steht das Bauchmark noch in direkter Beziehung zur Hypodermis (Ammotrypane, Armandia, Polyophthalmus), oder es hat sich von dieser unter Mitnahme einzelner Hypodermelemente gesondert und liegt frei in der Leibeshöhle. Die Zahl der ventralen abgehenden Nervenpaare beträgt zwei bei den ersteren, drei bei den letzteren. Außerdem lassen sich noch bei den ersteren zwei dorsal verlaufende Nervenpaare in jedem Segmente wahrnehmen.

Die beiden Längsstränge sind von einer dünnen Membran umgeben, welche nach innen wie außen Lamellen abzweigt; besonders zwei dieser Lamellen sind sehr stark entwickelt und teilen jeden Längszug in drei Hauptstränge, einen ventralen, mittleren und dorsalen Hauptstrang. Andere kleinere Lamellen, welche sich vielfach verästeln, bilden eine Gerüstsubstanz zur Aufnahme der Fasermasse. Auch nach außen treten von der inneren Membran Fortsätze, entweder die Nervenwurzeln begleitend oder direkt an die Innenseite der äußeren Hülle tretend. Letztere umgiebt das Bauchmark, wie die davon abgehenden Nerven und besteht aus einer derben Membran mit einer darüberliegenden, bindegewebigen Schicht; auch von dieser Hülle gehen Fortsätze in das Innere, Kammern zur Aufnahme von Ganglienzellgruppen bildend. Äußere und innere Hülle stehen mehrfach in Verbindung, so beim Austritt von Nerven, wo letztere an die erstere herantritt.

Noch ist eine eigentümliche Modifikation der Leibescuticula zu erwähnen, gewissermaßen eine dritte Hülle des Bauchmarks. Dieselbe nimmt nicht nur unter dem Bauchmark an Dicke zu, sondern es treten auch (Armandia, Ammotrypane) zwei scharf zu-

1) Pruvot, l. c.

laufende Lamellen zu beiden Seiten des Bauchmarks in das Innere ein (Fig. 26 *c*), welche mit der Körpercuticula in direkter Verbindung stehen, und aus derselben Substanz gebildet sind wie diese. Auf diese Weise wird eine starke, halbgeschlossene Röhre gebildet, in welcher das darin liegende Bauchmark einen wirksamen Schutz gegen äußere Einflüsse findet (Fig. 26 *c*).

Wir kommen nun zu den die Längsstränge umgebenden Ganglienzellen.

Trotz scheinbarer Gleichförmigkeit des Bauchstranges läßt sich eine Gliederung in Ganglien und Kommissuren konstatieren. Die Ganglien entstehen durch Anhäufung von Zellgruppen, die sich besonders stark beim Abgange eines jeden Nervenpaares entwickelt zeigen. Von diesen Zellgruppen existieren vier Paare auf der Höhe eines jeden Nervenpaaraustrittes. Ein Teil der Fortsätze ihrer Zellen begiebt sich in die Längsstränge, dieselben verstärkend, ein Teil aber geht direkt in die austretenden Nerven hinein. Ein jeder Nerv entsteht aus zwei Wurzeln, die ihren Ursprung aus dem dorsalen und ventralen Hauptstrang nehmen — ob der meist kleine mittlere Hauptstrang an der Bildung des Nerven Anteil nimmt, konnte nicht genau festgestellt werden, nur einzelne Bilder scheinen auf eine sehr zarte dritte Nervenwurzel hinzudeuten — in diese Wurzeln nun treten außerdem direkte Zellausläufer ein. In die dorsale Wurzel begeben sich Ausläufer der gegenüberliegenden dorsalen lateralen Gruppe, eine Brücke bildend, welche beide Längsstränge miteinander verbindet, in die ventrale Ausläufer der ventralen lateralen Gruppe, eine zweite Brücke bildend, sowie der mittleren inneren Gruppe.

Bei den mit dorsalen Nerven versehenen Formen erleidet nun diese Anordnung eine beträchtliche Modifikation. Die dorsalen Nerven besitzen ebenfalls zwei Wurzeln, eine dorsale und eine ventrale, in beide gehen außer den Faserzügen der entsprechenden Hauptstränge Zellenausläufer, und zwar in die dorsale Wurzel von der gegenüberliegenden dorsal-lateralen, in die ventrale von der mittleren ventralen Gruppe derselben Seite her. Die ventralen Nerven mit ebenfalls zwei Wurzeln erhalten direkte Zellausläufer von der ventralen lateralen Gruppe her, vielleicht auch noch von der mittleren inneren derselben Seite.

In beiden Fällen, mögen bloß ventrale oder ventrale und dorsale Nervenpaare vorhanden sein, existieren durch die Kreuzungen von Zellausläufern zwei die Längsstämme verbindende Faserbrücken,

eine ventrale und eine dorsale, beide aber im dorsalen Teile des Bauchmarks liegend. Auf der Mitte der dorsalen Faserbrücke treten die Längsstämme ineinander über, ihre Masse zerfällt hier mitunter in Punktsubstanz.

Es erübrigt nun noch die Erwähnung des intermediären Nerven. Derselbe findet sich, bald mehr, bald weniger deutlich ausgeprägt, auf der dorsalen Seite des Bauchmarks zwischen beiden Längssträngen. Er findet sich nicht ununterbrochen durch das ganze Bauchmark hindurch, sondern nur in den auf der Grenze zweier Segmente liegenden Abschnitten, sowie auf zwei ganz kurzen Strecken in den Ganglien. Sonst tritt seine Fasermasse direkt in die dorsalen Hauptstränge der Längsstränge ein, damit zugleich ihre Abstammung bekundend.

Von Interesse ist ferner das Auftreten einer großen, multipolaren Ganglienzelle, der medianen Zelle, wie ich sie bei der von mir am eingehendsten studierten Form, der Travisia Forbesii, aufs unzweifelhafteste beobachtet habe. In jedem Ganglion finden sich zwei solcher Zellen, da wo der intermediäre Nerv auftritt, und senden ihre Fortsätze sowohl in diesen, wie in verschiedene Regionen des Bauchmarks hinein.

Bei einer vergleichenden Betrachtung des Bauchmarks der einzelnen Formen ergiebt sich das Faktum, daß die frei lebenden Opheliaceen (Armandia, Polyophthalmus) ein mit der Hypodermis noch im Zusammenhang stehendes Bauchmark besitzen, während dasselbe bei den im Sande lebenden Formen (Ophelia, Travisia) sich in der Leibeshöhle suspendiert, vollständig vom Ektoderm abgeschlossen vorfindet.

Das Nervensystem im allgemeinen.

Stellen wir uns den Bau des gesamten Nervensystems der Opheliaceen etwas schematisch vor, so erhalten wir folgendes Bild:

Auf der Mittellinie der Bauchseite des Wurmes ziehen sich zwei parallele Stränge entlang, die am Kopfende wie am Afterende etwas auseinanderweichen und spitz auslaufen. Außerdem treten sie in der vorderen Körperregion voneinander, um den Darmtractus hindurchzulassen.

In zwei Regionen des Körpers gehen die beiden Stränge Verbindungen miteinander ein, im vorderen Teile des Kopfes, im Gehirn, und in der ganzen Länge vom After bis zum dritten Rumpfsegment. Umgeben sind die beiden Faserstränge von gruppenweise auftretenden Ganglienzellen, während ein gemeinsames

Neurilemm das gesamte Nervensystem umhüllt. In jedem Segment liegen zwei oder drei solcher Zellanhäufungen: Ganglien. Dieselben senden ihre Ausläufer zum Teil in ausgehende Nerven, zum größeren Teil in den Längsstrang der anderen Seite, und nur einen kleinen Teil in den Längsstrang derselben Seite. Die Differenzierung des Bauchstranges in Ganglien und dieselben verbindende Längskommissuren ist zwar noch nicht deutlich ausgesprochen, aber doch im Prinzip vorhanden. Als Ganglion des Bauchmarks ist ein jeder Komplex von Nervenzellgruppen aufzufassen, deren Ausläufer zum Teil wenigstens zur Bildung eines austretenden Nervenpaares Anlaß geben. Die größere Konzentration dieser Zellgruppen bewirkt, zum Unterschied von den dazwischen liegenden Strecken des Bauchstranges, welche keine seitlichen Nervenpaare abgeben. eine nur deutlicher hervortretende Trennung von Ganglien und verbindenden Längskommissuren.

Es sind vier Zellgruppenpaare vorhanden, zwei Paar laterale und zwei Paar innere; je ein Paar derselben liegt ventral, das andere dorsal. Dadurch, daß ein Teil der Ausläufer der lateralen Zellen auf die andere Seite geht, werden zwei Brücken gebildet, eine ventrale und eine dorsale. In jedem Segment sind zwei oder drei solcher Doppelbrücken und dementsprechend zwei oder drei von derselben Ebene ausgehende Nervenpaare vorhanden.

Die den Darmtractus umfassenden, auseinandergewichenen Stränge haben dieselbe Struktur. Auf ihrem unteren Teile liegt ein Ganglion, welches in seinem Bau der Hälfte eines Ganglions des Bauchmarks entspricht. Es sind dieselben Zellgruppen vorhanden mit Ausnahme der medianen inneren. Sonst finden sich beide laterale Gruppen wie innere dorsale ebenso vor, und die Ausläufer ihrer Zellen treten ebenfalls zum Teil durch die Fasermasse des Längsstranges hindurch in die ausgehenden Nerven hinein. Da aus diesem Schlundkommissurganglion der mächtige Sympathicus entspringt, so ist dasselbe als s t o m a t o g a s t r i s c h e s N e r v e n z e n t r u m aufzufassen.

Die zweite Region, in welcher die Faserzüge zusammentreten, ist das Gehirn. In diesem besitzen die Faserzüge drei Ganglienpaare: eins, den Schlundkommissuren anliegend, mit der umbiegenden Hauptmasse derselben als Querfaserstrang, eins mit der dazwischen liegenden Punktsubstanz, und eins mit einem deutlich ausgeprägten Querfaserstrang. In das Bauchmark sowohl, wie in das Gehirn treten Ektodermelemente ein, in das Bauchmark von der ventralen Seite her, in das Gehirn von beiden lateralen Seiten

von dorsaler, vielleicht auch ventraler Seite. Im Gehirn findet sich außerdem auf der Oberseite eine Gruppe großer, rundlicher Zellen, die möglicherweise Reste der Scheitelplatte der Larve sind. Das Gehirn scheint hauptsächlich Nervenzentrum für die Sinnesorgane zu sein.

In jedem Segmente liegen also drei Ganglien, die vielleicht durch die medianen Zellen zu einem einzigen Nervenzentrum vereinigt werden, auf den Schlundkommissuren befindet sich ein Ganglion, das stomatogastrische Zentrum, während drei Ganglien in die Bildung des Gehirns eingehen.

Ein Vergleich des gesamten Nervensystems der beschriebenen Arten zeigt, daß die frei lebenden Opheliaceen (Armandia, Polyophthalmus) ein vollständig entwickeltes Gehirn besitzen, während das Bauchmark noch mit dem Ektoderm zusammenhängt; die im Schlamme kriechenden Opheliaceen dagegen (vor allem Travisia), welche ein von Ektoderm vollständig abgeschnürtes Bauchmark haben, besitzen als eine Folge der beginnenden Verkümmerung von Sinnesorganen, vor allem der Augen, ein in seinem Bau reduziertes Gehirn.

Opheliaceen und Archianneliden.

Protodrilus.

Über das Nervensystem giebt Fraipont [1]), dessen Arbeit ich bei dieser Vergleichung zu Grunde lege, folgendes an: Das Gehirn liegt im Kopflappen, steht in innigem Zusammenhang mit dem Ektoderm und besitzt ein aus fibro-nervöser Substanz gebildetes Zentrum. Aus dieser Substanz entspringen die Schlundkommissuren. Es ist nur ein kleines Ganglienpaar zu bemerken, welches unter den Wimpergruben liegt und die Zellen derselben innerviert. Die aus der fibrillären Substanz entspringenden Schlundkommissuren umgeben die Mundregion und treten in den Bauchstrang ein. Das Bauchmark besteht aus zwei Faserzügen, die mit einer Schicht Ganglienzellen umgeben sind, eine Reihe mit Cilien versehener Epidermiszellen, welche in einer tiefen Rinne liegen, trennt beide. Hier und da sind beide Faserzüge durch eine Brücke fibrillärer Substanz verbunden. Die beiden Längsstränge nehmen allmählich

---

J. Fraipont, Recherches sur le système nerveux central et périphérique des Archiannélides (Protodrilus et Polygordius) et du Saccocirrus papillocercus. Extr. des Archives de Biologie, tome V, 1884.

an Dicke ab und gehen am Afterende in eine kleine Masse Punktsubstanz über.

Eine Vergleichung des Opheliaceengehirnes mit dem von Protodrilus ergiebt folgendes. Das unter den Wimpergruben liegende Ganglienpaar bei Protodrilus entspricht dem großen Ganglienpaar der Opheliaceen, welches ebenfalls die Wimpergruben innerviert. Der innige Zusammenhang von Ganglienzellen und Ektoderm, welcher bei Protodrilus stattfindet, zeigt sich in ähnlicher Weise bei Travisia Forbesii, nur daß sich bei letzterer Form Spuren einer einstigen höheren Organisation im Gehirn verfolgen lassen.

Das Eintreten der Schlundkommissuren in das Gehirn findet bei beiden in gleicher Weise statt.

Im Vergleich zu dem Bauchmark des Protodrilus steht das der Opheliaceen auf einer höheren Stufe; die Brücken zwischen beiden Längssträngen finden sich bei beiden, bei letzteren noch von Zellausläufern durchzogen und teilweise von diesen allein gebildet. Der mediane Einschnitt bei Protodrilus entspricht der Lage nach der Bauchrinne der Opheliaceen.

Polygordius.

Die verwandtschaftlichen Beziehungen von Polygordius zu den Opheliaceen sind bereits von Giard [1]) in einer kurzen Notiz besprochen worden, es finden sich indes nur einige allgemeinere Gesichtspunkte darin aufgestellt, und speziell das Nervensystem beider Formen hat in der Vergleichung keine Berücksichtigung gefunden.

Das Gehirn von Polygordius besteht nach Fraipont [2]) aus fünf Ganglien, einem vorderen, einem hinteren Ganglienpaare und einem mittleren unpaaren Ganglion. Das letztere, welches die größte Masse des Gehirns repräsentiert, besteht aus der Leydigschen Punktsubstanz, welche in der Mitte und nach dem Rücken zu gelagert ist, und einer dieselbe umgebenden Hülle von Ganglienzellen mit runden Kernen. Nach vorn zu liegen zwei andere Ganglien, ebenfalls aus unipolaren Zellen, wie die des mittleren Ganglions, gebildet, aus denen die Tentakelnerven entspringen, während zwei Ganglien, welche mehr nach hinten zu liegen, zu den Wimpergruben treten. Zwischen diesen befindet sich eine Reihe anderer Ganglienzellen, von denen Fraipont nicht weiß, ob er sie

---

1) A. Giard, Compt. rend. Ac. sc. Paris, I, 91, p. 341—343.
2) Fraipont, l. c.

dem mittleren Ganglion zurechnen, oder als besonderes Ganglion betrachten soll. Während die Zellen aller anderen Ganglien unipolar sind, findet man bei denen des mittleren Ganglions auch bipolare und mit drei Fortsätzen versehene.

Die Schlundkommissuren von Polygordius nehmen ihren Ursprung aus der Punktsubstanz des mittleren Gehirnganglions, umgeben, an die ventrale Seite tretend, den Mund und gehen dann ins Bauchmark hinein. Eine Umkleidung von Ganglienzellen ist an ihnen nicht sichtbar; indes nehmen an einer Stelle die umgebenden Ektodermzellen einen nervösen Charakter an.

In dem Unterschlundganglion, in welches beide Schlundkommissuren hineintreten, bemerkte Fraipont transversale wie horizontale und vertikale Fibrillen. Unterhalb des Bauchmarks ist die Epidermis auf der ventralen Seite sehr verdickt. Die Ganglienzellen, welche die Längsstränge umgeben, senden ihre Fortsätze in dieselben hinein, andere durchkreuzen, von der ventralen Seite kommend, die Fasermasse in vertikaler Richtung, oft in zwei Bündel geordnet. Durch diese wird der Anschein eines dritten, mittleren Stranges hervorgerufen; dieser zeigt sich indes nicht überall, mitunter ist die Fasermasse auch miteinander verschmolzen. Ein paar kleine Hohlräume an der Grenze der Faserstränge und Ganglienzellen auf der Mittellinie hält Fraipont für den von Hatschek beschriebenen Zentralkanal, den Überrest der ventralen Rinne der Larve.

Bevor ich zu einer Vergleichung des Gehirns von Polygordius mit dem Opheliaceengehirn schreite, möchte ich zuvörderst darauf hinweisen, daß die Existenz eines unpaaren Hirnganglions, dessen Zentrum aus Punktsubstanz besteht, während die umgebenden Ganglienzellen teils unipolar, teils bipolar sind, nicht sehr wahrscheinlich ist. Es dürfte hierbei am Platze sein, darauf aufmerksam zu machen, daß eine Gruppe von Ganglienzellen noch nicht mit dem Namen Ganglion belegt werden darf, da zu diesem Begriff außerdem ein axialer, sich fortsetzender Faserstrang gehört. Die nach oben in die Tentakel tretenden Nerven bei Polygordius finden sich bei den Opheliaceen als die beiden in die Sinnesspitze hineingehenden Nerven wieder. Die beiden vorderen Ganglien des ersteren entsprechen den lateralen, aus dem Ektoderm stammenden Massen der letzteren. Die beiden hinteren an die Flimmergrube gehenden Ganglien sind genau ebenso und mit ebenderselben Funktion bei unserer Annelidengruppe vorhanden; nur das mittlere unpaare Ganglion findet sich nicht wieder; vielleicht besteht dasselbe

in seinem oberen Zellbelage aus den rundlichen oder bipolaren Zellen, welche bei den Opheliaceen eine besondere Gruppe bilden, zu beiden Seiten aus unipolaren Zellen des oberen und des Schlundkommissurganglions der Opheliaceen.

Auch der kleine Zellkomplex an der ventralen Seite findet sich bei Opheliaceen wieder, so daß also an einer Ähnlichkeit im Bau der Gehirne beider Tiergruppen nicht zu zweifeln ist.

Die den Schlundkommissuren anliegende Gruppe ganglïöser Zellen entspricht vielleicht dem Schlundkommissurganglion der Opheliaceen; sie würde dann als stomatogastrisches Nervenzentrum aufzufassen sein. Mein Freund Nansen [1]) spricht darüber dieselbe Vermutung aus: „Umulig er det ikke, at man her har en del af et begyndende svaelgrørnervesystem."

Von Interesse ist ferner, daß sich im Bauchmark von Polygordius ein dritter, medianer Strang bildet, ganz in ähnlicher Weise wie der intermediäre Nerv der Opheliaceen; im ersteren Falle entsteht er durch Abtrennung eines Teiles der Längsstränge durch vertikal aufsteigende Zellausläufer, im letzteren ebenfalls durch Abtrennung von Längsstrangmasse, aber durch Lamellen der inneren Hülle. Das Auftreten des intermediären Nerven ist wie bei Opheliaceen kein ununterbrochenes, vielfach begiebt er sich in die Längsstrangmasse wieder hinein.

Saccocirrus papillocercus.

Über das Gehirn von Saccocirrus papillocercus spricht sich Fraipont folgendermaßen aus: Das Gehirn besteht aus einer fibrösen Punktmasse, welche von einer Schicht Ganglienzellen umgeben ist. Diese Ganglienzellen treten zu bestimmten Gruppen zusammen. Auf der oberen Seite liegt eine Anhäufung von großen, rundlichen Ganglienzellen, während zu beiden Seiten Zellkomplexe kleinerer Zellen zwei halbkugelige Pigmentkörper, „taches oculaires", einschließen. Auf einem tieferen Schnitt erblickt man in der Mitte die Punktmasse, ventralwärts eine Zellanhäufung und dorsalwärts zwei laterale, zwei mehr dorsale und ein medianes Ganglion, letzteres mit kleineren Zellen. Noch wären zwei zu beiden Seiten der Punktsubstanz austretende Nervenstämme zu erwähnen, welche in die Tentakeln eintreten, ferner zwei andere, ebenfalls aus

---

1) Fr. Nansen, Bidrag til Myzostomernes Anatomi og Histologi, Bergen 1885, p. 36.

der Punktsubstanz entspringende, ventralwärts sich wendende Nerven, die Schlundkommissuren.

Auf den Schlundkommissuren, welche ins Ektoderm eingebettet sind, finden sich zwei Zellgruppen, welche den Faserstrang umgeben; Fraipont giebt von diesen Zellen an, daß sie den Ganglienzellen des Gehirns sehr ähnlich sind.

Im Unterschlundganglion verbindet eine Querkommissur beide Längsstränge miteinander, diese ist aber im Bauchstrang nicht mehr aufzufinden. Letzterer nimmt allmählich an Dicke ab und endigt in zwei kleinen Zellmassen am After.

Mit dem Opheliaceengehirn verglichen, zeigt das Gehirn von Saccocirrus die größte Ähnlichkeit. Die rundlichen Ganglienzellen auf der Oberseite des Gehirns finden sich bei allen Opheliaceen wieder, wo ich sie als möglicherweise von der Scheitelplatte der Larve abstammend aufgefaßt habe. Die beiden lateralen Zellkomplexe, welche bei Saccocirrus rudimentäre Augen besitzen, sind ebenfalls bei allen Opheliaceen vorhanden und stammen hier wie dort aus dem Ektoderm. In diese Zellkomplexe gehen nach Fraiponts Zeichnung (Pl. XIV Fig. 3) die Tentakelnerven hinein. Diese Tentakelnerven entsprechen genau den in die Sinnesspitze gehenden Nerven der Opheliaceen; die beiden seitlichen Ganglien liegen bei letzteren ebenso, als größtes Ganglienpaar zu beiden Seiten der Punktsubstanz.

Die intermediären Ganglien entsprechen den oberen Ganglien der Opheliaceen und das unpaare Ganglion, welches meiner Ansicht nach nur als Zellmasse aufgefaßt werden darf, der von der dorsalen Seite her eingewanderten Ektodermzellmasse. Die auf der ventralen Seite liegende Zellmasse gehört vielleicht den Schlundkommissuren zu.

Bei dem Gehirn von Saccocirrus finde ich also fast sämtliche Elemente des Opheliaceengehirnes, nur in sehr verwischter Form, wieder vor. Zellgruppen verschiedenartigen Ursprungs sind mehr oder weniger miteinander verschmolzen. Die größte Ähnlichkeit besitzt das Saccocirrusgehirn mit dem von Travisia Forbesii, diese Ähnlichkeit erstreckt sich sogar auf die Hinfälligkeit und leichte Zerstörbarkeit der Ganglienzellen des Gehirns. Da es mir nun aus früher erörterten Gründen nicht möglich gewesen ist, Travisia in Bezug auf ihr Gehirn als Ausgangspunkt zu nehmen, ich vielmehr die Spuren einer früheren, höheren Organisation darin aufgefunden zu haben glaube, so muß ich in noch erhöhtem Maße bei Saccocirrus betonen, daß mir die „Archi"-Natur desselben durchaus

noch nicht so fest steht. Vielleicht bringt eine entwickelungsgeschichtliche Untersuchung[1]) mehr Klarheit in die Verwandtschaftsverhältnisse beider Formen als eine nur vergleichend-anatomische vermag.

Histriobdella.

Die wenigsten Vergleichungspunkte unter den Archianneliden bietet das Nervensystem der Histriobdella[2]). Von Interesse ist nur das Vorkommen zweier zu den Seiten des Oesophagus liegender Zellgruppen, die mit der Gehirnmasse in Zusammenhang stehen. FOETTINGER deutet dieselben als sympathisches Nervenzentrum. Diese Zellgruppen scheinen den auf den Schlundkommissuren liegenden Ganglien der Opheliaceen verglichen werden zu können.

---

1) Ich möchte hierbei erwähnen, daß eine Entwickelungsgeschichte von Opheliaceen noch nicht existiert. Das einzige, was in Betracht gezogen werden könnte, sind die Untersuchungen COSMOVICIS in seiner Arbeit: „Glandes génitales et organes segmentaires des Annélides Polychètes." Arch. de Zool. exp. 1880. Dazu muß ich bemerken, daß es mir erstens nicht so ausgemacht erscheint, daß die Eier, welche Herr COSMOVICI im Sande zusammen mit Opheliaceen erhielt, auch wirklich Opheliaceeneier waren, und zweitens, daß, wenn dieses wirklich der Fall gewesen wäre, die betreffende Arbeit absolut nichts enthält, was nicht auch von der Entwickelung der meisten anderen Anneliden gesagt werden könnte; speziell die Entstehung des Nervensystems ist nicht mit einem Worte erwähnt worden.

2) A. FOETTINGER, Recherches sur l'organisation de Histriobdella homari. Arch. de Biolog., tom. V, 1884.

Wenn ich noch einmal die Resultate der Vergleichung des Nervensystems der Opheliaceen mit dem der Archianneliden kurz zusammenfasse, so ergiebt sich der Schluß, daß beide Nervensysteme einander ziemlich ähnlich sind, daß aber das Nervensystem und besonders das Gehirn der Archianneliden gegenüber dem der Opheliaceen durchaus nicht ausschließlich einen embryonalen, sondern vielfach einen rudimentären Charakter aufweist.

Zum Schlusse möchte ich betonen, daß diese Arbeit durchaus noch keinen Anspruch auf erschöpfende Behandlung des Gegenstandes macht. Es mußte vieles unberücksichtigt bleiben, was erst bei Bearbeitung anderer Organsysteme, vor allem der Sinnesorgane, seine Erledigung finden soll.

Anhang.

Litteraturverzeichnis, nebst Angabe der von den einzelnen Autoren zu den Opheliaceen gestellten Arten [1]).

1) Delle Chiaje: Memorie sulla storia e notomia etc. Napoli 1825. — Lumbricus radiatus. (Ophelia radiata Clap.).

2) Savigny: Système des Annélides in „Description de l'Egypte. 1826. p. 38. — Ophelia bicornis (Ophelia radiata Clap.?).

3) Blainville: Art. Néréides et Vers. in Diction. des Scienc. nat. 1826. p. 427. — Ophelia bicornis. (Ophelia radiata Clap.?).

4) Audouin et Milne Edwards: Recherches pour servir à l'Histoire naturelle du littoral de la France. 1834. — Ophelia bicornis (Ophelia radiata Clap.?)

5) M. Sars: Sur quelques animaux invertébrés des côtes de Norvège. Comptes rend. de l'Acad. de Paris t. V. 1837. p. 97, et Annales des Scienc. nat. t. VII. 1837. p. 246.

6) Dujardin: Observation sur quelques Annélides marins. Annal. des Scienc. nat. t. XI. 1839. — Nais picta (Polyophthalmus pictus Qtf.).

7) G. Johnston: Miscellanea zoologica. Annal. Nat. Hist. vol. IV. 1840. p. 373. — Travisia Forbesii.

8) Delle Chiaje: Descrizione e Notomia etc. Napoli 1841. vol. III. p. 86. – Lumbricus radiatus (Ophelia radiata Clap.). Ophelia bicornis (Ophelia radiata Clap.?).

[1]) Die in dieser Arbeit gebrauchten Artennamen sind, soweit sie Synonyma sind, in Klammern beigefügt.

9) Oersted: Grönlands Annulata dorsibranchiata. Kroyer's Naturh. Tidskrift Bd. IV. 1842. p. 51. — Ophelina aulogastra (Ammotrypane aulogaster R.). Ophelia mamillata (Travisia Forbesii J.). Ophelia bicornis (Ophelia limacina R.?).

10) G. Costa in Annali dell' Accademia degli Aspiranti naturalisti Napoli 1843. vol. II. fasc. III. p. 81. — Neomeris urophylla (Ophelia radiata Clap.).

11) H. Rathke: Beiträge zur Fauna Norwegens. Nova Acta. 1843. — Ammotrypane aulogaster. Ammotrypane oestroides (Travisia Forbesii J.). Ammotrypane limacina (Ophelia limacina).

12) Oersted: Anulatorum Danicorum conspectus. 1843. p. 45—47. — Ophelina acuminata (Ammotrypane aulogaster R.). Ophelia mamillata (Travisia Forbesii J.). Eumenia crassa.

13) Oersted in Wiegmann's Archiv. 1844. tom. III. p. 111. — Eumenia crassa.

14) M. Sars: Fauna littoralis Norvegiae. 1846. p. 91. — Oligobranchus roseus.

15) M. Edwards: Cuvier, Règne animal illustré. Les Annélides pl. 17. 1849. — Ophelia coarctata (Ophelia radiata Clap.?).

16) A. de Quatrefages: Mémoire sur la famille des Polyophthalmiens. Etudes sur les types inférieurs de l'embranchement des Annelés. Annales des Scienc. natur. XIII. 1850. — Polyophthalmus Ehrenbergi Qtfg. Polyophthalmus agilis Qtfg. Polyophthalmus pictus Qtfg. Polyophthalmus dubius Qtfg.

17) Williams: Report on the British Annelids. Rep. of the Brit. Assoc. 1851. p. 236.

18) M. Sars: Beretning om en i Sommeren 1849 foretagen zoologisk Reise i Lofoten og Finmarken. Nyt Mag. for Naturvidensk. B. VI. 1851. p. 207. — Ammotrypane aulogastra (Ammotrypane aulogaster R.). Ophelia bicornis (Ophelia limacina R.). Ophelia mamillata (Travisia Forbesii J.).

19) E. Grube: Die Familien der Anneliden mit Angabe ihrer Gattungen und Arten. Ein systematischer Versuch. Berlin 1851. — A. Ophelia. 1. Ophelia bicornis Sav. [Ophelia radiata Clap. limacina R.]. 2. Ophelia aulogaster (Ammotrypane aulogaster R.). 3. Ophelina acuminata Oerst. (Ammotrypane aulogaster R.). 4. Ophelia coarctata Edw. (Ophelia radiata Clap?). B. Ammotrypane. 5. Ammotrypane limacina R. (Ophelia limacina R.); wahrscheinlich gehört nach Grube hierher auch: Lumbricus radiatus delle Ch. Lumbricus pusillus delle Ch. C. Travisia Johnst. 6. Travisia Forbesii S. D. Eumenia Oerst. 7. Eumenia crassa Oerst. E. Scalibregma R. 8. Scalibregma inflatum R. 9. Oligobranchus roseus Sars.

20) Will. Stimpson: Synopsis of the marine Invertebrata of Grand Manan. 1853. — Ophelia glabra Stimps.

21) Leidy: Contributions towards a knowledge of the marine Invertebrate fauna of the coasts of Rhode-Island and New-Jersey. 1855. — Ophelia simplex Leidy.

22) Koren: Indberetning til collegium academicum over en paa offentlig Bekostning foretagen zoologisk Reise i Sommeren 1850. Nyt Magazin for Naturvidensk. B. IX. 1856. — Ophelia aulogastra. (Ammotrypane aulogaster R.). Ammotrypane limacina. (Ophelia limacina R.) Travisia Forbesii J.

23) E. Grube: Annulata Oerstediana. Naturhist. Foren. Videnskabel. Meddelelser. 1858. — Ophelia appendiculata Gr.

24) Daniellsen: Beretning om en zoologisk Reise foretagen i Sommeren 1858. Nyt Magazin for Naturvidensk. B. XI. 1859. — Ophelia aulogastra (Ammotrypane aulogaster R.). Ammotrypane limacina R. (Ophelia limacina R.). Travisia oestroides Dan. (Trav. Forbesii Johnst).

25) Grube: Ein Ausflug nach Triest und dem Quarnero. 1861. — Polyophthalmus pictus Qtfg.

26) F. de Filippi: Armandia, nuovo genere di Annelidi nel Mediteraneo. Archivo per la Zool., l'Anatomia e Fisiol. Genova 1861. fasc. II. vol. I. p. 215. — Armandia cirrosa Fil.

27) Kölliker: Kurzer Bericht über die an der Westküste von Schottland angestellten vergleichend-anatomischen Untersuchungen. Würzburg 1864. — Ophelia aulogaster Gr. (Ammotrypane aulogaster R.). Travisia oestrioides Gr. Ammotrypane oestrioides R. Travisia Forbesii Johnst. Scalibregma R. spec.?

28) Claparède: Recherches sur un Polyophthalmien peu connu, in Glanures zootomiques parmi les Annélides de Port-Vendres. 1864. — Polyophthalmus pictus Qtfg.

29) J. G. H. Kinberg: Annulata nova recensuit J. G. H. Kinberg. 1864. Oefversigt af K. Vetensk. Akad. Förhandl. 1864. — 1. Travisia Johnst. Travisia lithophila Kbg. 2. Dindymene Kbg. Dindymene concinna Kbg. 3. Cassandane Kbg. Cassandane formosa Kbg. 4. Nitetis Kbg. Nitetis praetiosa Kbg. 5. Ladice Kbg. Ladice adamantea Kbg. 6. Terpsichore Kbg. Terpsichore delapidans Kbg.

30) A. J. Malmgren: Nordiska Hafs-Annulater. K. Vetensk. Akad. Förhandl. 1865. — Ammotrypane aulogaster R. Ophelia limacina R. Travisia Forbesii J.

31) A. de Quatrefages: Histoire naturelle des Anneles marins et d'Eau douce. 1865. — Ophelia Savigny. Ophelia bicornis Sav. Ophelia borealis Qtfg. (Ophelia limacina R.?). Ophelia contractata M. Edw. (vielleicht Ophelia coarctata M. Edw.). Ophelia mamillata Oerst. (Travisia Forbesii J.) Ophelia neapolitana Qtfg. (Ophelia radiata Clap.). Ophelia appendiculata Gr. Ophelia glabra Stimps. — Travisia Johnst. Travisia Forbesii J. — Branchoscolex Schmarda. Branchoscolex cruspidochaetus Schm. Branchoscolex sphaerochaetus Schm. Branchoscolex oligobranchus Schm. — Ophelina Oerst. Ophelina acuminata Oerst. (Ammotrypane aulogaster R.). Ophelina aulogaster Qtfg. (Ammotrypane aulogaster R.). — Ammotrypane R. Ammotrypane limacina R. (Ophelia limacina R.) Lumbricus radiatus delle Ch. (Ophelia radiata Clap.). Lumbricus pu-

sillus delle Ch. Nais de Horatiis delle Ch. — Sclerocheilus Gr. Sclerocheilus minutus Gr.

32) G. Johnston: A Catalogue of the British nonparasitical Worms in the Collection of the British Museum. London 1865. — 1. Ophelia. Ophelia acuminata Gr. (Ammotrypane aulogaster R.). 2. Ammotrypane. Ammotrypane limacina R. (Ophelia limacina R.). 3. Travisia. Travisia Forbesii Johnst. 4. Eumenia crassa Oerst.

33) Claparède: Les Annélides du Golfe de Naples. 1868. — Ophelia radiata Clap. Polyophthalmus pallidus Clap.

34) Grube: Die Familie des Opheliaceen. Jahresbericht der Schlesischen Gesellschaft f. vaterl. Kultur. 1868. — 1. Ohne Kiemen. Polyophthalmus Qtfg. Polyophthalmus pictus Duj. Polyophthalmus Ehrenbergi Qtfg. Polyophthalmus agilis Qtfg. Polyophthalmus australis Gr. Polyophthalmus dubius Qtfg. 2. Mit Kiemen. A. Kiemen einfach griffelförmig. a. Bauchfläche ohne Mittelrinne. Travisia. Johnst. Travisia Forbesii Johnst. Travisia lithophila Kbg. Travisia elongata Gr. Travisia chinensis Gr. Dindymene Kbg. Dindymene concinna Kbg. b. Bauchfläche glatt, mit einer Mittelrinne. α. Pharynx mit 2 Büscheln von Papillen innerhalb des Mundes. Ladice Kbg. Ladice adamantea Kbg. Terpsichore Kbg. Terpsichore delapidans Kbg. β. Pharynx ohne Papillenbüschel. 1. Reihe. Ophelia Sav. Ophelia bicornis Sav. Ophelia neapolitana Qtfg. (Ophelia radiata Clap.). Ophelia bicornis Qtfg. Ophelia limacina R. Ophelia glabra Stimps. Ophelia coarctata M. Edw. Cassandane Kbg. Cassandane formosa Kbg. Nitetis Kbg. Nitetis praetiosa Kbg. 2. Reihe: Armandia Fil. Armandia cirrata Fil. 3. Reihe: Ammotrypane R. Ammotrypane aulogaster R. Ophelia appendiculata Gr. et Kr. Ophelia simplex Leidy. Ophelia aulopygos Gr. Ophelia polycheles Gr.

35) Grube: Beschreibung einiger von Frauenfeld gesammelten Anneliden des Roten Meeres. Verhandlungen der zool.-bot. Gesellschaft. Wien 1868. p. 635. — Ophelia polycheles Gr.

36) G. O. Sars: Diagnoser af nye Annelider fra Christianiafjorden. Vidensk. Selsk. Forhandlinger for 1871. — Ammotrypane aulogaster R. Eumenia crassa Oerst. Scalibregma inflatum R.

37) Mc'Intosh: Report on a Collection of Annelids dredged off Northumberland and Durham. From the Natural History Transactions of Northumberland and Durham. vol. IV 1871. — Ophelia limacina R.

38) v. Marenzeller: Zur Kenntnis der adriatischen Anneliden. Sitzungsberichte der Wiener Akademie 1874. p. 471. — Armandia oligops Mar.

39) Möbius: Vermes, in Zoologische Ergebnisse der Nordseefahrt vom 21. Juli bis 9. Sept. 1872. 1874. p. 159. — Ophelia limacina R. Ammotrypane aulogaster R.

40) Mc'Intosh: On a new example of the Opheliidae from Shetland. From the Proceedings of the Royal Soc. of Edinb. 1874. — Linotrypane apogon Mc'Int. (Polygordius).

41) P. Panceri: Catalogo degli Annelidi, Gefirei et Turbellarie d'Italia.

Napoli 1875. — Ophelia Sav. Ophelia radiata Clap. Armandia de Fil. Armandia cirrhosa de Fil. Armandia oligops Mar. Polyophthalmus Qtfg. Polyophthalmus Ehrenbergii Qtfg. Polyophthalmus pictus Qtfg. Polyophthalmus pallidus Clap. Polyophthalmus dubius Qtfg.

42) Mc'Intosh: On the arrangement and relations of the great nerve coards in the marine Annelids. Proceedings of the Royal Society of Edinb. 1877. — Ammotrypane aulogaster R. Ophelia limacina R. Travisia Forbesii J.

43) Mc'Intosh: On the Annelida obtained during the cruise of H. M. S. „Valorous". Transactions Linnean Soc. London 1877. — Ammotrypane aulogaster R. Ophelia limacina R. Tachytrypane Jeffreysii Mc'Int. Ammotrypanella arctica Mc'Int. Travisia glandulosa Mc'Int.

44) Grube: Annulata Semperiana. 1878. — Ophelina leptocirris Gr. Ophelina polycheles Gr. Polyophthalmus australis Gr.

45) Cosmovici: Glandes genitales et organes segmentaires des Annélides Polychètes. Arch. de Zool. éxper. 1879 et 1880. — Ophelia bicornis ?.

46) Bobretzki: Ergänzung zur Annelidenfauna des Schwarzen Meeres. Kiew 1881, russisch. — Ophelia taurica Bobr.

47) A. Hansen: Recherches sur les Annélides recuellies par E. van Beneden. Mémoires couronnés et Mémoires des savants étrangers, publ. p. l'Académie royal des scienc. et des beaux arts de Belgique. 1881. — Ophelina Kinbergi Hans. Ophelina brasiliensis Hans.

48) E. Meyer: Zur Anatomie und Histologie von Polyophthalmus pictus Clap. Arch. f. mikroskop. Anatomie. 1882. — Polyophthalmus pictus Clap.

49) Den norske Nordhavsexpedition: Annelida ved G. Armauer Hansen. 1882. — Ammotrypane cylindricaudatus H.

50) Mario Lesona: Sull' Anatomia dei Polioftalmi, dal Laboratorio zoologico di Messina. Estratto dalle Memoire della Reale Accademia di Torino. ser II. tom. XXXV. 1883. — Polyophthalmus pictus Clap.

51) Pruvot: Recherches anatomiques et morphologiques sur le système nerveux des Annélides polychètes. Arch. de Zool. éxperimentale. 1885. — Ammotrypane oestroides R. (Travisia Forbesii Johnst). Ophelia bicornis Sav.

52) M.'Intosh: Report on the Annelida Polychaeta (Challengerexp.). 1885. — Ammotrypane gracile M.' Int. Travisia Kerguelensis M.' Int.

Überblick über die in der Familie der Opheliaceen aufgestellten Gattungen und Arten [1]).

I. Travisia Johnst.

1. Travisia Forbesii Johnst.
2. Travisia lithophila Kbg.
3. Travisia elongata Gr.
4. Travisia chinensis Gr.
5. Travisia glandulosa M'Int.
6. Travisia Kerguelensis M'Int.

II. Ophelia Sav.

7. Ophelia bicornis Sav.
8. Ophelia radiata Clap.
9. Ophelia limacina R.
10. Ophelia coarctata M. Edw. (radiata?).
11. Ophelia appendiculata Gr.
12. Ophelia glabra Stimps.
13. Ophelia borealis Qtfg. (limacina?).
14. Ophelia simplex Leidy.
15. Ophelia aulopygos Gr.
16. Ophelia polycheles Gr.
17. Ophelia taurica Bobr.
18. Ophelina brasiliensis Hansen.
19. Ophelina Kinbergi Hansen.

III. Ammotrypane aulogaster R.

20. Ammotrypane aulogaster R.
21. Ammotrypane gracile M'Int.
22. Ammotrypane cylindricaudatus Hansen.

Vielleicht gehören hierhin:

23. Tachytrypane Jeffreysii M'Int.
24. Ammotrypanella arctica M'Int.

IV. Dindymene Kbg.

25. Dindymene concinna Kbg.

V. Cassandane Kbg.

26. Cassandane formosa Kbg.

VI. Nitetis Kbg.

27. Nitetis praetiosa Kbg.

---

1) Nach Grube's Vorgang sind die Gattungen Branchoscolex, Eumenia, Sclerocheilus und Scalibregma, als nicht in diese Familie gehörig, weggelassen worden.

VII. Ladice Kbg.

28. Ladice adamantea Kbg.

VIII. Terpsichore Kbg.

29. Terpsichore delapidans Kbg.

IX. Euzonus Gr.

30. Euzonus arcticus Gr.

X. Armandia Fil.

31. Armandia cirrosa Fil.
32. Armandia cirrosa (?) Gr.
33. Armandia oligops Marenz.
34. Armandia leptocirris Gr.
35. Armandia polyophthalma Kthl.

XI. Polyophthalmus Qtfg.

36. Polyophthalmus Ehrenbergi Qtfg.
37. Polyophthalmus agilis Qtfg.
38. Polyophthalmus dubius Qtfg.
39. Polyophthalmus pictus Clap.
40. Polyophthalmus pallidus Clap.
41. Polyophthalmus australis Gr.

Erklärung der Figuren.

Erklärung der Buchstaben:

ah = Äußere Hüllenmembran.
bgh = Bindegewebe, welches der äußeren Membran auflagert.
c = Körpercuticula.
dau = dorsales Kopfauge.
dbr = dorsale Brücke im Bauchmark.
dhn = dorsaler, medianer Hirnnerv.
dhst = dorsaler Hauptstrang in jedem Längsstrange des Bauchmarks.
dl = dorsale innere Lamelle in jedem Längsstrange.
dlt = dorsales Ligament.
dn = dorsaler Nerv des Bauchmarks.
dnw = dorsale Nervenwurzel.
dsch = drüsenreiche Epidermschicht.
dz = Drüsenzellen des Integuments.
Fln = Flimmerorgan.

fstns = Faserstrang, der von den Schlundkommissuren kommend, in die Sinnesspitzennerven eingeht.
gn_1 = Ganglienpaar, welches die Schlundkommissuren im Gehirn umgiebt.
gn_2 = Ganglienpaar, von welchem die Flimmerorgannerven ausgehen.
gn_3 = Ganglienpaar, welches zu den lateralen Sinnesorganen Nerven aussendet.
gr_1 = mittlere ventrale Ganglienzellgruppe im Bauchmark.
gr_2 = mittlere innere Zellgruppe.
gr_3 = laterale ventrale Zellgruppe.
gr_4 = laterale dorsale Zellgruppe.
hyp = Hypodermis.
hz = Hypodermzellen.
ih = innere Hülle.
ihn = aus dem Gehirn in das Integument tretender Nerv.
Ko = kolbenförmiges Organ (Sinnes- oder Excretionsorgan? s. NANSEN's Myzostomidenarbeit l. c.).
lau = laterales Kopfauge.
lso = laterales Sinnesorgan am Kopfe.
lst = Längsstrang im Bauchmark.
lm = Längsmuskulatur.
mhst = mittlerer Hauptstrang des Längsstranges.
mn = medianer Nerv.
mz = mediane Zelle.
n = Nerv, aus dem Bauchmark austretend.
nFln = Flimmerorgannerv.
nl = Nervenhülle.
ns = Sinnesspitzennerv.
oQust = oberer Querstrang im Gehirn.
Ps = sog. Leydig'sche Punktsubstanz (es ist in der ganzen Arbeit diese Bezeichnung der Einfachheit wegen beibehalten worden).
Schlc = Schlundkommissuren.
Schlcbr = Schlundkommissurbrücke im Gehirn.
vbr = ventrale Brücke im Bauchmark.
vhst = ventraler Hauptstrang im Längsstrange des Bauchmarks.
vl = ventrale innere Lamelle.
vlt = ventrales Ligament des Gehirnes.
vn = ventraler Nerv, aus dem Bauchmark austretend.
vnw = ventrale Nervenwurzel.
yg_1 = Zellgruppe großer rundlicher Zellen, auf der Oberseite des Gehirns.
zg_2 = laterale Zellgruppen im Gehirn.
zg_3 = dorsale Zellgruppe im Gehirn.
zg_4 = ventrale Zellgruppe.
zg_5 = in der Mitte des Gehirns liegende kleine Zellgruppe.

Fig. 1—14. Travisia Forbesii.

Fig. 1. Kopf von Travisia, von der ventralen Seite aus gesehen.
Fig. 2. Querschnitt durch den unteren Teil der Sinnesspitze, die Nerven (*ns*) der Sinnesspitze werden sichtbar.
Fig. 3. Darunterliegender Schnitt. Es zeigt sich die obere Zellgruppe mit rundlichen großen Zellen. Auch die beiden lateralen mit kleineren Zellen treten auf.
Fig. 4. Tiefer liegender Schnitt durch das Gehirn. Auf der ventralen Seite tritt Punktsubstanz auf; ebenso zeigen sich die oberen Ganglien (gn_3). Die Hypodermis grenzt sich von der Gehirnmasse an einzelnen Stellen schärfer ab.
Fig. 5. Tiefer liegender Gehirnschnitt. Die Punktsubstanz hat sich durch eine kleine Zellgruppe (zg_5) gespalten. Es beginnen die großen dorsalen Ganglien zu erscheinen, ebenso die schwächer entwickelten ventralen (gn_1).
Fig. 6. Querschnitt durch das auf den Schlundkommissuren liegende Ganglion. In der Mitte der Faserstrang mit zwei inneren Lamellen (*vl*, *dl*), um ihn drei Ganglienzellgruppen (gr_2, gr_3, gr_4). Die Hypodermzellen (*hz*) liegen frei im Ganglion.
Fig. 7. Querschnitt durch das Bauchmark. Der Schnitt liegt in der Nähe des Abgangs eines Nervenpaares.
Fig. 8. Ein etwas darüber liegender Querschnitt durch das Bauchmark. Medianer Nerv wie mediane Zellen werden sichtbar.
Fig. 9. Noch höher liegender Schnitt.
Fig. 10. Der Abgang der Nerven, sowie ihre Entstehung aus den beiden Nervenwurzeln.
(Es zeigt sich hier die Andeutung einer dritten Nervenwurzel.)
Fig. 11. Darüber liegender Schnitt. Auftreten der dorsalen und ventralen Brücke.
Fig. 12. Querschnitt durch das Bauchmark auf der Grenze zweier Segmente. Der intermediäre Nerv (*mn*) tritt auf.
Fig. 13. Horizontaler Längsschnitt durch das Unterschlundganglion, die Faserbrücken zeigend.
Fig. 14. Schema des Faserverlaufs im Bauchmark beim Austritt eines Nervenpaares.

Fig. 15—21. Ophelia radiata.

Fig. 15. Kopf von Ophelia radiata, von der Seite gesehen.
Fig. 16. Querschnitt durch den obersten Teil des Kopfes. Die Hirnhülle (*bgh*) ist in der Fläche getroffen worden.
Fig. 17. Tiefer liegender Querschnitt durch das Gehirn. Die mittlere wie die lateralen Zellgruppen treten auf.
Fig. 18. Querschnitt auf der Höhe der lateralen Kopfaugen. In der Mitte liegt Punktsubstanz, nach der dorsalen Seite

zu beginnen die mittleren großen Ganglien zu erscheinen (gn_2).

Fig. 19. Darunter liegender Schnitt. Alle drei Ganglienpaare sind sichtbar.

Fig. 20. Querschnitt durch den unteren Teil des Gehirnes auf dem Niveau des dritten Kopfauges. Die dorsale Zellgruppe (zg_3) hat sich gespalten, in einer Hälfte liegt das Kopfauge. Sonst sind nur die großen mittleren Ganglien zu sehen (gn_2).

Fig. 21. Querschnitt durch das Bauchmark, unterhalb des Abganges eines Nervenpaares.

Fig. 22—24. Ophelia limacina.

Fig. 22. Querschnitt durch das Bauchmark, unterhalb des Abganges eines Nervenpaares.

Fig. 23. Querschnitt durch das Bauchmark auf der Grenze zweier Segmente. Der intermediäre Nerv ist deutlich zu sehen.

Fig. 24. Kopf von Ophelia limacina, von der Seite gesehen.

Fig. 25 u. 26. Ammotrypane aulogaster.

Fig. 25. Kopf von Ammotrypane aulogaster mit herausgestülptem Pharynx, von der Seite gesehen.

Fig. 26. Querschnitt durch das Bauchmark von Ammotrypane. Abgang der dorsalen und ventralen Nerven. Teilweises Sichtbarwerden der beiden Brücken. Die dorsale Zelle (*mn*) ist vielleicht als mediane Zelle zu deuten; ihre Konturen waren nicht scharf.

Fig. 27—38. Armandia polyophthalma.

Fig. 27. Der ganze Wurm, circa 5mal vergrössert.

Fig. 28. Der Kopf mit ausgestülptem Pharynx; an der Seite wird ein Flimmerorgan sichtbar.

Fig. 29. Ein Stück aus der Mitte. Zwischen den Parapodien liegen die Seitenaugen.

Fig. 30. Schwanz. Das Aftersegment stark entwickelt.

Fig. 31. Querschnitt durch den obersten Teil des Gehirns. Einzelne Zellen der oberen Gruppe treten auf. Zu beiden Seiten liegen die Querschnitte der beiden Sinnesspitzennerven.

Fig. 32. Tiefer liegender Querschnitt; Auftreten der lateralen Kopfaugen, sowie an der mittleren, ventralen Seite das Erscheinen von Punktsubstanz.

Fig. 33. Darunter liegender Gehirnschnitt. An Stelle der Punktsubstanz tritt die Schlundkommissurenbrücke auf der ventralen Seite auf, auf der dorsalen entwickeln sich aus der Punktsubstanz zwei nach unten gehende Nerven. Zwei Ganglienpaare sind sichtbar geworden, das dorsale durch einen Querstrang, das ventrale durch die Schlundkommissur-

brücke verbunden. Von letzterer zweigt sich nach oben ein Strang ab (*fstns*), der sich in die Sinnesspitzennerven begiebt.

Fig. 34. Querschnitt auf der Höhe des dorsalen Kopfauges. Eine kleine Zellgruppe teilt die innere Hirnmasse in einen dorsalen und einen ventralen Teil.

Fig. 35. Darunter liegender Querschnitt. Die mittleren großen Ganglien (gn_2) treten auf.

Fig. 36. Querschnitt durch den Kopf, etwas über dem Niveau des vorhergehenden Schnittes (Zeiss A. 2).

Fig. 37. Querschnitt durch den unteren Teil des Gehirnes. Die Schlundkommissuren haben sich auf diesem Niveau bereits abgetrennt. Die Hauptmasse des Gehirns besteht aus den beiden mittleren Ganglien.

Fig. 38. Querschnitt durch den vorderen Teil des Bauchmarkes.

Fig. 39—42. Polyophthalmus pictus.

Fig. 39. Querschnitt durch den oberen Teil des Gehirnes.

Fig. 40. Querschnitt auf dem Niveau der lateralen Kopfaugen.

Fig. 41. Querschnitt auf dem Niveau des dorsalen Kopfauges. Die Punktsubstanz sondert sich, durch eine in der Mitte gelegene kleine Zellgruppe in zwei Teile getrennt, im ventralen Teile in die Schlundkommissurbrücke, im dorsalen in zwei nach unten gehende starke Nervenstämme.

Fig. 42. Querschnitt durch den unteren Teil des Gehirnes. Austritt der Flimmerorgannerven.

Abgeschlossen am 10. April 1886.

Über einige Formen und Formeln aus der Theorie der Rosenhain'schen Funktionen.

Von

J. Thomae.

Betrachtet man die doppelt periodischen Funktionen, welche in einem Periodenparallelogramm überall eindeutig sind, direkt als Funktionen ihres Arguments, so läßt sich die Theorie dieser Funktionen in einem hohen Grade von Vollständigkeit erledigen mit Hilfe der bekannten Liouville'schen Sätze, die von Borchardt in Crelle's Journal B. 88 veröffentlicht sind. Der Mangel analoger Sätze für die vierfach periodischen eindeutigen Funktionen zweier Veränderlichen bewirkt es, daß man zu einem befriedigenden Abschluß dieser Theorie auf dem von Herrn Rosenhain und analog für drei Veränderliche von Herrn Weber betretenen Wege nicht gelangt. Gleichwohl hat die Verfolgung dieses Weges ihren besonderen Reiz, einmal, weil die Aussicht auf Wegräumung der bisher unübersteiglichen Schranken nicht ganz abgeschnitten ist, sodann aber auch, weil dieser Weg doch ganz sicher zu einer Stelle führt, von der aus völlig klar übersehen wird, welche algebraischen Formen mit ihren Integralen den vierfach periodischen Funktionen zugeordnet sind, so daß die andere bekannte, die erste zu ergänzen bestimmte Methode, welche die Argumente als Integrale algebraischer Funktionen von vornherein auffaßt, nun von selbst gegeben wird. Es leidet aber der erste von Rosenhain eingeschlagene Weg noch an einem andern Übelstand, nämlich der Unübersichtlichkeit der überreichen Formen und Formeln, welche zum Teil dadurch verursacht wird, dass Rosenhain die algebraischen Moduln auf drei reduziert. In der Theorie der elliptischen Funktionen war es für Legendre eine wesentliche Auf-

gabe, sie als Funktionen eines Parameters oder Moduls darzustellen, weil er Tafeln für die Rechnung herstellen wollte, was für diese Funktionsklasse auch heute noch bis zu einem gewissen Grade als nützlich gelten kann. Für die ultraelliptischen Funktionen ist aber die Anfertigung solcher Tafeln wohl niemals in Aussicht genommen, und es ist deshalb die Reduktion auf eine Minimalzahl von Parametern überflüssig. — Hier soll nun an einigen Beispielen gezeigt werden, wie sich manche Formelsysteme durch eine Formel repräsentiren lassen, ohne Anwendung von Symbolen, welche selbst wieder eine längere Rechnung nötig machen, was zum Teil dadurch bewirkt wird, daß die algebraischen Moduln nicht auf drei reduziert werden.

Die Thetafunktion mit der Charakteristik $\begin{bmatrix} h_1, & h_2 \\ g_1, & g_2 \end{bmatrix}$ wird durch die Gleichung definiert

$$\vartheta^{h_1,\, h_2}_{g_1,\, g_2}(v_1, v_2) = \Sigma\Sigma e^{\frac{1}{4}f(2m_1 + h_1,\, 2m_2 + h_2) + (2m_1 + h_1)(v_1 + \frac{1}{2}g_1 i\pi) + (2m_2 + h_2)(v_2 + \frac{1}{2}g_2 i\pi)},$$

in der $f(x, y)$ die wesentlich negative Form $\tau_{11}x^2 + 2\tau_{12}xy + \tau_{22}y^2$ ist, und die Summation über alle ganzen positiven und negativen m_1, m_2 zu erstrecken ist. Die Charakteristik, in der $h_1 = h_2 = g_1 = g_2 = 0$ ist, wird in der Bezeichnung als Index der Thetafunktion einfach fortgelassen. Für (v_1, v_2) wird auch nur (v) geschrieben und noch

$$f_1(x, y) = \tau_{11}x + \tau_{12}y, \quad f_2(x_1 y) = \tau_{21}x + \tau_{22}y$$

als Abkürzung eingeführt, und es werde an die bekannten Gleichungen erinnert

$$(1.) \quad \vartheta^{h_1,\, h_2}_{g_1,\, g_2}(v_1, v_2) =$$
$$\vartheta(v_1 + \tfrac{1}{2}f_1(h_1, h_2) + \tfrac{1}{2}g_1 i\pi,\ v_2 + \tfrac{1}{2}f_2(h_1, h_2) + \tfrac{1}{2}g_2 i\pi)\, e^{\frac{1}{4}f(h_1, h_2) + h_1 v_1 + h_2 v_2 + \frac{1}{2}(h_1 g_1 + h_2 g_2) i\pi}.$$

$$(2.) \quad \vartheta^{h_1 + 2\nu_1,\ h_2 + 2\nu_2}_{g_1 + 2\mu_1,\ g_2 + 2\mu_2}(v) = (-1)^{h_1\mu_1 + h_2\mu_2}\,\vartheta^{h_1,\, h_2}_{g_1,\, g_2}(v).$$

$$(3.) \quad \vartheta^{h_1,\, h_2}_{g_1,\, g_2}(v_1 + \tfrac{1}{2}f_1(h'_1, h'_2) + \tfrac{1}{2}g'_1 i\pi,\ v_2 + \tfrac{1}{2}f_2(h'_1, h'_2) + \tfrac{1}{2}g'_2 i\pi) =$$
$$\vartheta^{h_1,\, h_2}_{g_1,\, g_2}(v)\,.\, e^{-h'_1, v_1 - h'_2 v_2 - \frac{1}{4}f(h'_1, h'_2) - \frac{1}{2}i\pi((g_1 + g'_1)h'_1 + (g_2 + g'_2)h'_2)}.$$

$$(4.) \quad \vartheta^{h_1,\, h_2}_{g_1,\, g_2}(-v) = (-1)^{h_1 g_1 + h_2 g_2}\,\vartheta^{h_1,\, h_2}_{g_1,\, g_2}(v).$$

Ist $(v_1, v_2) = (0, 0)$, so lassen wir diese Argumente hinter den Thetafunktionen einfach fort.

Die sechs ungeraden Charakteristiken bezeichnen wir durch einen griechischen Buchstaben, z. B. durch α, β, γ, δ, ε, ζ, oder durch μ, μ' u. s. w., oder auch durch die Zahlen von 1 bis 6 in eckigen Klammern. In letzterer Bezeichnungsweise ordnen wir die Charakteristiken den Zahlen so zu, daß in den beiden Reihen

$$\begin{matrix} 11 & 01 & 01 & 10 & 10 & 11 \\ 01, & 01, & 11, & 11, & 10, & 10 \\ 1, & 2, & 3, & 4, & 5, & 6 \end{matrix}$$

die oben stehenden Charakteristiken ein für allemal zu den darunter stehenden Zahlen gehören, so daß die letztern in eckigen Klammern, oder als Indices an den Thetafunktionen auch ohne Klammern die ersteren repräsentieren. Treten als untere Indices an den Thetafunktionen mehrere Zahlen oder Buchstaben auf, so ist als Charakteristik die zu nehmen, welche der Summe jener Zahlen oder Buchstaben entspricht. Die Summe aller ungeraden Charakteristiken ist kongruent $\begin{bmatrix} 00 \\ 00 \end{bmatrix}$ und wird mit [0] bezeichnet. Die Summe dreier ungerader Charakteristiken ist stets gerade und zwar ist:

$$(6.)\quad [1+2+3] \equiv \begin{bmatrix} 11 \\ 11 \end{bmatrix} \equiv [4+5+6],\ [1+2+4] \equiv \begin{bmatrix} 00 \\ 11 \end{bmatrix} \equiv [3+5+6],$$

$$[1+2+5] \equiv \begin{bmatrix} 00 \\ 10 \end{bmatrix} \equiv [3+4+6],\ [1+2+6] \equiv \begin{bmatrix} 01 \\ 10 \end{bmatrix} \equiv [3+4+5],$$

$$[1+3+4] \equiv \begin{bmatrix} 00 \\ 01 \end{bmatrix} \equiv [2+5+6],\ [1+3+5] \equiv \begin{bmatrix} 00 \\ 00 \end{bmatrix} \equiv [2+4+6],$$

$$[1+3+6] \equiv \begin{bmatrix} 01 \\ 00 \end{bmatrix} \equiv [2+4+5],\ [1+4+5] \equiv \begin{bmatrix} 11 \\ 00 \end{bmatrix} \equiv [2+3+6],$$

$$[1+4+6] \equiv \begin{bmatrix} 10 \\ 00 \end{bmatrix} \equiv [2+3+5],\ [1+5+6] \equiv \begin{bmatrix} 10 \\ 01 \end{bmatrix} \equiv [2+3+4].$$

Es giebt funfzehn dreigliedrige Gleichungen, welche zwischen geraden Thetafunktionen mit verschwindenden Argumenten bestehen, welche sich jetzt in *eine* zusammenfassen lassen, nämlich:

$$(7.)\quad \vartheta^2_{\alpha,\gamma,\varepsilon}\,\vartheta^2_{\alpha,\gamma,\zeta} = \vartheta^2_{\alpha,\beta,\varepsilon}\,\vartheta^2_{\alpha,\beta,\zeta} + \vartheta^2_{\alpha,\delta,\varepsilon}\,\vartheta^2_{\alpha,\delta,\zeta},$$

wenn $\varepsilon\,\zeta$ beliebige ungerade Charakteristiken, die übrigen aber so geordnet sind, daß $\alpha < \beta < \gamma < \delta$ ist, wobei übrigens cyklische Vertauschung oder Umkehrung der Ordnung zulässig ist.

Es giebt aber auch aus sechs Zahlen $k_1, k_2, \ldots k_6$ gebildete algebraische Ausdrücke, welche passend bezeichnet genau denselben Gleichungen (7.) Genüge leisten. Es sei

$$D_{\varkappa,\lambda,\mu} = k_\mu - k_\varkappa \,.\, k_\mu - k_\lambda \,.\, k_\lambda - k_\varkappa\,,$$

so giebt es zehn wesentlich, d. h. nicht bloß durch das Vorzeichen verschiedene Produkte von der Form

$$D_{\varkappa, \lambda, \mu} D_{\varkappa', \lambda', \mu'},$$

in denen die Indices alle von einander verschieden sind. Die $\varkappa'$, λ', μ' mögen, wenn sie mit $\varkappa$, λ, μ zusammen die Zahlen 1 bis 6 ausmachen, den $\varkappa$, λ, μ komplementär heißen. Von den zwanzig möglichen Kombinationen dreier Elemente aus sechs gegebenen liefern nur zehn verschiedene Produkte, da diese außer den drei Zahlen noch in gleicher Verbindung die drei komplementären enthalten. Der Quotient irgend zweier solcher Produktausdrücke ist das Produkt zweier Doppelverhältnisse aus je vier Zahlen, und diese Doppelverhältnisse ändern sich bekanntlich nicht, wenn man die Zahlenebene, in der die $k_1, k_2, .. k_6$ Punkte bestimmen, einer linearen Transformation unterwirft. Man kann daher, wenn es sich nur um Werte solcher Quotienten handelt, drei der Zahlen k willkürlich wählen, sie z. B. gleich 0, 1, ∞ setzen, und es sind diese Quotienten deshalb Funktionen von nur drei Variabeln, sie sind von dreifach unendlicher Mannigfaltigkeit.

In dem Ausdrucke

$$D_{\varkappa, \lambda, \mu'} D_{\varkappa', \lambda', \mu'} D_{\nu, \pi, \rho} D_{\nu', \pi', \rho'}$$

sollen die gestrichenen Indices den ungestrichenen komplementär sein, und es soll $[\varkappa + \lambda + \mu + \nu + \pi + \varrho] = [\varepsilon + \zeta]$ sein. Die Indices an einer Größe D sollen immer der Größe nach geordnet sein. Da sie mit ihren komplementären vertauscht werden können, so dürfen wir jedesmal annehmen, daß ε sich unter den Zahlen $\varkappa\lambda\mu$, und ζ unter den Zahlen $\nu\pi\varrho$ vorfinde. Es sei $\mu = \varepsilon$, $\varrho = \zeta$, dann ist $[\varkappa + \lambda + \nu + \pi] \equiv [0]$, und da $\varkappa$ von λ, ν von π verschieden sein muß, und da weder zwei noch vier verschiedene ungerade Charakteristiken zusammen $\equiv [0]$ sein können, so muß $\varkappa = \nu$, $\lambda = \pi$ sein. Es muß ebenso ζ in $\varkappa'\lambda'\mu'$ und ε in $\nu'\pi'\varrho'$ vorkommen, und die beiden andern Charakteristiken unter diesen müssen wieder dieselben sein. Ist nun $\mu = \varepsilon$, $\varrho = \zeta$ gegeben, so können die beiden Charakteristiken $\alpha\beta$ auf $\frac{1}{2} . 4 . 3 = 6$ Arten aus den übrigen ausgewählt werden; da aber unsere Doppelprodukte, wie wir sie, um einen Namen zu haben, heißen wollen, in bezug auf drei Indices und die komplementären symmetrisch sind, so giebt es nur d r e i verschiedene Doppelprodukte von der vorgeschriebenen Art, welche zu $\varepsilon\zeta$ gehören.

Die drei Doppelprodukte, welche zu $\varepsilon\zeta$ gehören, haben a c h t

Elementarfaktoren gemein. Nämlich, wenn $\alpha\beta\gamma\delta$ die übrigen der Größe nach geordneten Indices sind, die Elementarfaktoren

$$k_\varepsilon - k_\alpha,\ k_\varepsilon - k_\beta,\ k_\varepsilon - k_\gamma,\ k_\varepsilon - k_\delta,$$
$$k_\zeta - k_\alpha,\ k_\zeta - k_\beta,\ k_\zeta - k_\gamma,\ k_\zeta - k_\delta.$$

Sind $\varepsilon\zeta$ nicht größer als $\alpha\beta\gamma\delta$, so werden von diesen Faktoren einige negativ zu nehmen sein, allein sie sind auch mit dem Vorzeichen in allen drei Doppelprodukten dieselben. Die nicht gemeinsamen Faktoren sind für jedes Doppelprodukt Doppelfaktoren. Bezeichnen wir das Produkt der gemeinsamen Faktoren der Kürze halber mit Π, so ergiebt sich

$$\sqrt{D_{\alpha\beta\varepsilon}\, D_{\gamma\delta\zeta}\, D_{\alpha\beta\zeta}\, D_{\gamma\delta\varepsilon}} = k_\beta - k_\alpha \,.\, k_\delta - k_\gamma \cdot \sqrt{\Pi},$$
$$\sqrt{D_{\alpha\gamma\varepsilon}\, D_{\beta\delta\zeta}\, D_{\alpha\gamma\zeta}\, D_{\beta\delta\varepsilon}} = k_\gamma - k_\alpha \,.\, k_\delta - k_\beta \cdot \sqrt{\Pi},$$
$$\sqrt{D_{\alpha\delta\varepsilon}\, D_{\beta\gamma\zeta}\, D_{\alpha\delta\zeta}\, D_{\beta\gamma\varepsilon}} = k_\delta - k_\alpha \,.\, k_\gamma - k_\beta \cdot \sqrt{\Pi},$$

woraus die Gleichung fließt

(7ᵃ.) $$\sqrt{D_{\alpha\gamma\varepsilon}\, D_{\beta\delta\zeta}\, D_{\alpha\gamma\zeta}\, D_{\beta\delta\varepsilon}} =$$
$$\sqrt{D_{\alpha\beta\varepsilon}\, D_{\gamma\delta\zeta}\, D_{\alpha\beta\zeta}\, D_{\gamma\delta\varepsilon}} + \sqrt{D_{\alpha\delta\varepsilon}\, D_{\beta\gamma\zeta}\, D_{\alpha\delta\zeta}\, D_{\beta\gamma\varepsilon}},$$

welche funfzehn Formeln repräsentiert, weil $\varepsilon\zeta$ auf funfzehn verschiedene Arten bestimmt werden können.

Da die Quadratwurzeln aus unsern Doppelprodukten denselben dreigliedrigen Gleichungen genügen als die geraden Thetafunktionen mit verschwindenden Argumenten, so kann man sie ihnen proportional setzen. Sind die Moduln $\tau_{11}\,\tau_{12}\,\tau_{22}$ reelle Größen, so sind alle Thetaquadrate positiv reell, und wenn die $k_1\, k_2 \,.\,.\, k_6$ reell und der Größe nach geordnet sind, und die Quadratwurzeln positiv genommen werden, so sind auch die algebraischen Größen sämtlich positiv reell. Für andere Werte der τ und k muß das Vorzeichen durch stetige Fortsetzung bestimmt werden. Es ergiebt sich also die eine zehn repräsentierende Formel

(8.) $$\vartheta^2_{\varkappa,\,\lambda,\,\mu} = H\sqrt{D_{\varkappa\lambda\mu}\, D_{\varkappa'\lambda'\mu'}},$$

in welcher die Indices (wenigstens rechts) der Größe nach geordnet sind und H ein Proportionalitätsfaktor ist.

Es giebt noch viergliedrige Relationen zwischen den vierten Potenzen gerader Thetafunktionen mit verschwindenden Argumenten. Sie sind eine unmittelbare Folge der dreigliedrigen, und es genügen daher auch ihnen selbstredend die algebraischen Ausdrücke, wie wir an einem Beispiele zeigen. Der Ausdruck

$$D_{\alpha\gamma\varepsilon}\,D_{\beta\delta\zeta}-D_{\alpha\gamma\zeta}\,D_{\beta\delta\varepsilon}-D_{\alpha\varepsilon\zeta}\,D_{\beta\gamma\delta}-D_{\gamma\varepsilon\zeta}\,D_{\alpha\beta\delta},$$

der durch $k_\alpha - k_\beta$ teilbar ist, ist in k_α eine Funktion zweiten Grades, die für $k_\alpha = k_\gamma,\ k_\varepsilon,\ k_\zeta$ und folglich identisch verschwindet. Dieser algebraischen Formel entspricht die Thetaformel

$$\vartheta^4_{\alpha\gamma\varepsilon}-\vartheta^4_{\alpha\gamma\zeta}=\vartheta^4_{\alpha\varepsilon\zeta}+\vartheta^4_{\gamma\varepsilon\zeta}\,.$$

Die D wechseln ihr Zeichen, wenn zwei Indices vertauscht werden, während die vierten Thetapotenzen von der Indicesfolge unabhängig sind, es muß deshalb das Vorzeichen besonders geprüft werden. In den beiden Formeln

(9.) $$\vartheta^4_{\alpha\gamma\varepsilon}-\vartheta^4_{\alpha\gamma\zeta}=\vartheta^4_{\alpha\varepsilon\zeta}+\vartheta^4_{\gamma\varepsilon\zeta}=\vartheta^4_{\beta\varepsilon\zeta}+\vartheta^4_{\delta\varepsilon\zeta}$$

sind alle derartigen Formeln enthalten, wenn man für $\varepsilon\zeta$ die drei Kombinationen 1, 2; 3, 4; 5, 6 wählt und $\alpha\beta\gamma\delta$ der Größe nach ordnet.

Die sogenannten Rosenhain'schen Formeln, welche die Funktionaldeterminante ungerader Thetafunktionen mit verschwindenden Argumenten durch gerade Thetafunktionen darstellen, habe ich in Crelle's Journal Band 72 in der Form erwiesen, daß

(10.) $$\frac{d\vartheta_\varepsilon}{dv_1}\frac{d\vartheta_\zeta}{dv_2}-\frac{d\vartheta_\zeta}{dv_1}\frac{d\vartheta_\varepsilon}{dv_2}=\vartheta_{\alpha\varepsilon\zeta}\,\vartheta_{\beta\varepsilon\zeta}\,\vartheta_{\gamma\varepsilon\zeta}\,\vartheta_{\delta\varepsilon\zeta}$$

sei; dabei blieb es spezieller Bestimmung vorbehalten, ob die rechte Seite positiv oder negativ zu nehmen sei. Wird aber $\varepsilon < \zeta$ angenommen und werden die Charakteristiken den Zahlen 1 bis 6 so zugeordnet, wie es unter (5.) geschehen ist, und werden für $[\varkappa + \lambda + \mu]$ die nur die Elemente 0 und 1 für h und g enthaltenden Charakteristiken gesetzt, wie sie unter (6.) stehen, so enthält (10.) die Rosenhain'schen Formeln sämtlich und mit dem richtigen Vorzeichen.

Zwischen je vier Quadraten ungerader Thetafunktionen finden lineare homogene Relationen statt. Auch für diese lassen sich algebraische außer den Größen k von zwei Variabeln abhängende Ausdrücke finden, welche dieselben Gleichungen befriedigen. Nämlich

(11.) $$\vartheta^2_\mu(v)=F^2(x-\xi)^2(x-k_\mu)(\xi-k_\mu):\sqrt{(-1)^\mu\,w'(k_\mu)}\,,$$

wo $F.(x-\xi)$ ein von μ unabhängiger Proportionalitätsfaktor ist, und

$$w(x)=s^2=x-k_1\,.\,x-k_2\,.\,x-k_3\,.\,x-k_4\,.\,x-k_5\,.\,x-k_6\,,$$

und w' die Ableitung dieser Funktion nach x ist. Für die Qua-

drate der geraden Thetafunktionen findet sich der etwas kompliziertere, aber auch alle Fälle zusammenfassende Ausdruck

$$(11^a.)\qquad \sqrt{\Delta}\,.\,\vartheta^2_{\alpha\beta\gamma}(v) : \sqrt{D_{\alpha\beta\gamma}\,D_{\alpha'\beta'\gamma'}} =$$

$$F^2\,.\Big(\sqrt{x-k_\alpha\,.\,x-k_\beta\,.\,x-k_\gamma}\;\sqrt{\xi-k_{\alpha'}\,.\,\xi-k_{\beta'}\,.\,\xi-k_{\gamma'}}\;-$$

$$\sqrt{x-k_{\alpha'}\,.\,x-k_{\beta'}\,.\,x-k_{\gamma'}}\;\sqrt{\xi-k_\alpha\,.\,\xi-k_\beta\,.\,\xi-k_\gamma}\Big)^2,$$

in welchem F dieselbe Größe als vorhin ist, während

$$\Delta = \begin{vmatrix} 1, & k_1, & k_1^2, & \ldots & k_1^5 \\ 1, & k_2, & k_2^2, & \ldots & k_2^5 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ 1, & k_6, & k_6^2, & \ldots & k_6^5 \end{vmatrix}$$

ist. Ein weiterer bemerkenswerter zusammenfassender Ausdruck ist der

$$(12.)\qquad \vartheta_\alpha(dv_1, dv_2) = C_\alpha\left(\frac{x-k_\alpha}{s}\,dx + \frac{\xi-k_\alpha}{\sigma}\,d\xi\right),$$

worin C_α eine freilich noch von α abhängende Konstante ist.

Die Scyphomedusen des St. Vincent Golfes.

Von

Wilhelm Haacke.

Mit Tafel XXXV—XXXVII.

I. Deskriptiver Teil.

Die Scyphomedusenfauna des St. Vincent Golfes, welcher durch Känguruh-Eiland von der südaustralischen See getrennt wird und mit der letzteren im Westen durch die breite Investigator-Straße, im Osten durch die enge Back-Stairs-Passage in Verbindung steht, ist bislang noch nicht erforscht worden. Da ich nun einerseits etwa vier Jahre lang in Südaustralien als Zoologe thätig gewesen bin, während welcher Zeit ich der Fauna des Golfes eine besondere Aufmerksamkeit geschenkt habe, und da sich mir anderseits die Klasse der Medusen als die einzige Tierklasse darbot, über welche mir, dank Haeckels großer Monographie, eine einigermaßen genügende Litteratur zur Verfügung stand, so habe ich mich bemüht, sämtliche Medusenarten des St. Vincent Golfes kennen zu lernen. Der Erfolg meiner Bemühungen war, was die Artenzahl anbetrifft, nur ein geringer: Craspedote Medusen habe ich überhaupt nicht gefunden, und die Subklasse der Acraspeden oder Scyphomedusen fand ich nur durch drei Arten vertreten.

Obgleich hiernach die Zahl der Scyphomedusenarten, welche von mir im St. Vincent Golfe beobachtet wurden, die Annahme zu rechtfertigen scheint, daß sich bei fortgesetztem Suchen die

Scyphomedusenfauna des Golfes als eine reichere darstellen möchte, so glaube ich doch die Stichhaltigkeit dieser Annahme bezweifeln zu dürfen. Einmal ist auch die Acraspedenfauna beispielsweise von Port Jackson bei Sydney, welche fünf Arten aufweist, keine reiche; dann hat mir niemand, trotz mannigfacher Nachfrage, von Scyphomedusenarten zu berichten gewußt, welche ich nicht selbst im Golfe beobachtet hätte; endlich habe ich den letzteren häufig genug besucht, um behaupten zu können, daß außer den zu besprechenden Acraspedenarten Repräsentanten anderer Arten nur als gelegentliche Besucher oder als Angehörige sehr individuenarmer Arten der Acraspedenfauna des Golfes angesehen werden dürfen.

Außer häufigen kurzen Besuchen der Küste in der Nähe von Adelaide und zahlreichen auf dem Golfe unternommenen Dampf- und Segelbootfahrten, habe ich dem letzteren drei längere Besuche zu dem speziellen Zwecke des Sammelns von Seetieren gewidmet. Mein Quartier habe ich jedesmal aufgeschlagen gehabt in dem kleinen Hafenorte Port Vincent am westlichen Golfufer und an der Ostküste von Yorks Halbinsel. In diesem kleinen Orte, welcher sich trefflich für meine Zwecke eignete, habe ich um den März 1883, im südaustralischen Spätsommer, einen vollen Monat, im darauffolgenden Jahre, um den Februar, wieder einen Monat, und im Jahre 1885 von Anfang Januar bis Anfang Juni fünf Monate zugebracht. Reichhaltigkeit meiner Sammlung suchte ich teils durch Schlepp- und Handnetzexkursionen, teils durch oft stundenlanges Durchwaten der Seegraswiesen, welche zur Ebbezeit nur von wenig Wasser bedeckt sind, endlich auch durch Spaziergänge am Strande zu erzielen. Hierbei wurde ich sowohl von meiner Frau und meinen Gehilfen, als auch von den Bewohnern des Ortes und einer Anzahl in der Nähe nomadisierender Eingeborener erfolgreich unterstützt. Gleichwohl ist die Anzahl der Acraspedenarten in meiner Sammlung nicht über drei gestiegen.

Da ich Südaustralien jetzt verlassen habe, um wahrscheinlich nicht auf längere Zeit dorthin zurückzukehren, so sehe ich mich veranlaßt, das Resultat meiner südaustralischen Acraspeden-Studien, die ich kürzlich durch genauere Untersuchung der von mir gesammelten Exemplare zum Abschluß gebracht habe, in den folgenden Blättern zusammenzufassen. Obwohl meine Darstellung noch vielfach unvollkommen und lückenhaft erscheinen wird, so wird sie, wie ich hoffe, doch ein im großen und ganzen getreues Bild der drei von mir beobachteten Scyphomedusenarten, welche sämtlich neu sind, zu geben geeignet sein.

Die nachstehend zunächst beschriebene Art, welche der Cubomedusengattung Charybdea angehört, ist interessant namentlich durch den Bau ihrer Sinneskolben, welcher von dem typischen Bau der Sinneskolben bei Charybdea um einiges abweicht. Ich benenne diese Art nach meinem Freunde Arthur Raston in Port Vincent, welcher meine zoologischen Zwecke stets in uneigennützigster Weise gefördert hat und mir auch sonst häufig behilflich gewesen ist.

Die zweite Art, Cyanea Muellerianthe, wird willkommen sein als eine neue südliche Vertreterin der Gattung Cyanea, welche die größten und schönsten aller Medusen enthält. Ich benenne meine neue blumenähnliche Art zu Ehren des großen australischen Botanikers Baron Ferdinand von Müller, um dadurch seinen Namen auch mit der Fauna derjenigen australischen Kolonie zu verknüpfen, in welcher er seine beispiellos erfolgreiche Erforschung der Flora Australiens begonnen hat. Gleichzeitig möchte ich mich dadurch erkenntlich zeigen für das hilfereiche Entgegenkommen, das Baron von Müller mir wie jedem anderen jungen Naturforscher bewiesen hat.

Die dritte und letzte Art ist eine der interessantesten Medusen überhaupt. Für sie stelle ich die neue Gattung Monorhiza auf, welche sich an die Lendenfeldsche Gattung Pseudorhiza, auf welche ich meine Art früher (9) [1]) bezog, eng anschließt und mit ihr die wichtige Familie der Chaunostomiden (5, 6) bildet. Obwohl die Medusen dieser Familie unzweifelhafte Rhizostomen mit acht Mundarmen sind, so zeigen sie die Rhizostomie doch nur in beschränkter Weise, so zwar, daß sie in bezug auf dieselbe viel eher zu den Semostomen gestellt werden könnten. Meine Art ist noch ganz besonders dadurch ausgezeichnet, daß sich bei ihr die Rhizostomie regelmäßig und, soweit meine Beobachtungen reichen, ausnahmslos auf einen einzigen der acht Mundarme beschränkt, welcher, im Gegensatze zu den anderen sieben, durch einen mächtigen, langen und dicken, dreikantigen Terminalknopf ausgezeichnet ist. Ich will gleich hier bemerken, daß diese befremdende und beispiellose Thatsache unzweifelhaft besteht; denn obwohl ich nur etwa ein Dutzend Exemplare der Monorhiza Haeckelii untersucht habe, so zeigte doch immer nur ein Mundarm den die Rhizostomie dokumentierenden Terminalknopf, und

1) Die eingeklammerten Zahlen sind Hinweise auf das der Abhandlung beigegebene Litteraturverzeichnis.

zwar that dieses, was natürlich sehr ins Gewicht fällt, immer das linke Stück eines Paares der in vier Paaren angeordneten Mundarme. Auch wiesen junge und alte Exemplare hierin durchaus keinen Unterschied auf; besaß doch schon eine ganz junge Monorhiza-Larve die Anlage eines Terminalknopfes nur an dem linken Stücke eines einzigen ihrer vier Armpaare. Dieser einzige Terminalknopf, welcher die Unzerlegbarkeit der Meduse in kongruente sowohl wie in symmetrisch gleiche Hälften bedingt, hat meiner Ansicht nach ein hervorragendes systematisches Interesse, auf welches ich schon früher (9) aufmerksam gemacht habe, und welches ich weiter unten nochmals besprechen werde.

Ich benenne die bis jetzt einzige Art der Gattung Monorhiza zu Ehren meines Lehrers Ernst Haeckel: Monorhiza Haeckelii.

Obwohl ich mit der vorliegenden Arbeit nur einen Beitrag zur Systematik und Faunistik der Scyphomedusen liefern will und demgemäß die Besprechung histologischer Verhältnisse von ihr ausgeschlossen habe, so mag ich doch die Beschreibung einiger Jugendstadien um so weniger fortlassen, als die Jugendstadien der Scyphomedusen ja ein hervorragendes systematisches Interesse besitzen, häufig geschlechtsreif sind und ein selbständiges Dasein führen. Auch mögen mir hier und da vereinzelte morphologische und physiologische Bemerkungen gestattet sein. Im übrigen beschränke ich mich auf diesen deskriptiven Abschnitt, welcher die Beschreibung der neuen Arten unter Anwendung der Haeckelschen Terminologie (1, 2) und einige systematische Bemerkungen bringt, und auf einen faunistischen Abschnitt, welchem einige Bemerkungen über die Lebensweise der besprochenen Medusen beigefügt sind.

I. 1. a. Charybdea (Charybdusa) Rastonii, Haacke; nova species.

Erwachsene Form.

(Tafel XXXV, Fig. 1, 2, 3, 5, 6, 7, 14, 15).

Spezies-Diagnose: Bei der vorliegenden Art, welche zu der Gattung Charybdea, Untergattung Charybdusa, beide in Haeckelscher Fassung (1) gehört, ist der Schirm prismatisch, oben flach-gewölbt, etwa $1^1/_4$ mal so hoch wie breit. Magen groß, quadratisch, flach, fast so breit wie der Schirmdurchmesser. Schlundrohr quadratisch-pyramidal mit 4 mittelgroßen Mundlappen.

4 Phacellen halb-langelliptisch., etwas breiter als ihre Zwischenräume, zusammengesetzt aus kurzgestielten rispen- bis doldenförmigen Filament-Büscheln. Abstand der herzförmigen Sinnesnischen vom Schirmrande etwa $^1/_4$ so groß wie der Abstand der Pedalbasen voneinander. Velarium breit, in jedem Quadranten mit 4 spärlich verästelten, baum- bis schaufelgeweihförmigen Velar-Kanälen. Pedalien flügelförmig, etwa $^1/_3$ so lang wie die Schirmhöhe. Tentakeln cylindrisch bis konisch, mehrmals länger als die Schirmhöhe.

Spezielle Beschreibung: Ich schließe mich bei derselben dem von Haeckel bei Charybdea Murrayana (1) gegebenen Schema an und halte es für zweckmäßig, wo immer möglich, Haeckels eigene Worte zu verwerten.

Der Schirm (Fig. 1) ist im ganzen von annähernd kubischer Gestalt, wie bei den meisten Cubomedusen. Doch ist der vertikale Durchmesser (30 mm) etwa $1^1/_4$ mal so groß wie der horizontale. An den 4 interradialen Seitenkanten des Würfels springen 4 Eckpfeiler hervor, welche oben beträchtlich breiter als unten sind, während die 4 perradialen Seitenwände, welche umgekehrt unten breiter als oben sind, dazwischen ein wenig zurücktreten und mehr abgeflacht erscheinen. Da sowohl Eckpfeiler wie Seitenwände ziemlich senkrecht zur Tangentialebene des Schirmscheitels stehen, so ist die Würfelgestalt des Schirmes sehr ausgesprochen. Die obere Scheitelfläche desselben ist schwach gewölbt und durch eine horizontale annähernd regulär-achteckige Scheitelkante von den Eckpfeilern und Seitenwänden abgesetzt.

Die Exumbrella ist, wie bei den meisten Cubomedusen, durch longitudinale Furchen in eine Anzahl Felder geteilt, welche zwischen den ersten konvex vorspringen. Im allgemeinen können 16 solcher Exumbralfurchen unterschieden werden, nämlich: erstens 8 adradiale, welche die vier breiteren perradialen Seitenwände von den 4 schmäleren Kanten oder Eckpfeilern trennen und nach unten stark konvergieren; zweitens 4 perradiale Furchen, welche die 4 flach gewölbten Seitenwände halbieren und von den Rhopalar-Crypten abwärts zum Velarium ziehen und dessen ganze Breite durchsetzen, welch letzteres Verhalten bei anderen Charybdea-Arten noch nicht beobachtet zu sein scheint und vielleicht von organogenetischer Bedeutung für das Frenulum Velarii ist; endlich drittens 4 interradiale Furchen, welche die vier vorspringenden Eckpfeiler oder Kanten halbieren. Unten gehen von den Pfeilern die 4 Pedalien ab, welche die Tentakeln tragen. Mit

diesen alternieren regelmäßig die 4 perradialen Sinneskolben, welche hoch oberhalb des Schirmrandes in der Sinnesnische liegen. Der äußere herzförmige Eingang in diese tief ausgehöhlte Crypta rhopalaris (Fig. 14) wird teilweise verdeckt durch die Squama rhopalaris, eine Deckschuppe der Exumbrella, die dachförmig von oben vorspringt und sich bei unserer Spezies dadurch auszeichnet, daß sie dreilappig ist, so zwar, daß meistens, obwohl nicht immer, der mittlere Lappen länger und spitzer als die beiden abgerundeten seitlichen ist. Da die Nesselwarzen der Exumbrella (Fig. 5*a*) wenig zahlreich und ziemlich gleichmäßig über dieselbe zerstreut sind, erscheint sie mehr glatt als granuliert. Die Nesselwarzen sind von verschiedener Größe, die größten etwa $^1/_2$ Millimeter breit; ihr mittlerer gegenseitiger Abstand beträgt etwa 2 Millimeter; am dichtesten scheinen sie auf den Schirmkanten zu stehen, während sie den Pedalien nahezu und dem Velarium ganz fehlen. Die Gallerte der Umbrella, in welcher ich zwar keine Zellen, wohl aber korkzieherartig gewundene Fasern in großer Menge gefunden habe, zeigt einen ansehnlichen Grad von Festigkeit und Elastizität und ist an verschiedenen Stellen von verschiedener Dicke: Die Dicke der Schirmscheitelgallerte übertrifft die größte Dicke der Schirmseitengallerte um das Doppelte; die Schirmseitengallerte ist am dicksten in den perradialen Mittelebenen der Schirmseiten, am dünnsten in den interradialen Medianebenen der Schirmkanten und längs 8 Furchen, welche in vier Paaren an der Oralseite der Notumbrella im Bereiche der Schirmkantenwülste parallel mit letzteren verlaufen (Fig. 15).

Die Subumbrella oder der „Schwimmsack“ ist nahezu würfelförmig. Die 4 Kanten dieses Würfels sind interradial und werden durch die schmalen Septa der 4 breiten Magentaschen gebildet, durch welche die Notumbrella mit der Coelumbrella in Verbindung steht. Die Muskelschicht der Subumbrella zerfällt dadurch in 4 rechteckige Muskelplatten, welche in den interradialen „Verwachsungsstreifen“ nahezu senkrecht aufeinanderstehen; sie entsprechen den 4 Seitenflächen des Würfels und bilden die Axialwand der 4 Radialtaschen. In der perradialen Mittellinie jeder Muskelplatte sind die Ringmuskeln zwar hier und dort unterbrochen, doch wird dieselbe auch von vielen Ringmuskelfasern überbrückt; denn bei unserer Species ist der bandförmige Längsmuskel, welcher bei anderen Cubomedusen von der Rhopalar-Crypta aufwärts zum Mesogon, abwärts zum Frenulum zieht, fast ganz rudimentär. Außer am Frenulum, dessen Muskeln morphologisch

zum Velarium gehören dürften, finden sich spärliche Längsmuskelfasern fast nur in der unteren Hälfte des oberen Viertels der Muskelplattenmittellinie; wo sie hier und dort sonst noch vorkommen, gehen sie in Ringmuskelfasern über. Obwohl demnach die perradialen breiten Kranzmuskelplatten in acht viereckige Kranztafeln zerfallen sind, so sind doch je zwei zu einem perradialen Paare gehörige Kranztafeln nur unvollkommen voneinander getrennt. Die Rückwände der Sinnesnischen sind, wenigstens in ihrem oberen Teile, frei von Muskeln. Die interradialen Längsmuskeln der Subumbrella, welche bei andern Cubomedusen sich längs der Verwachsungsstreifen finden, fehlen bei unserer Spezies ebenfalls. Die Subumbrella des Magens (Fig. 5 b) ist durch eine Anzahl kleiner Gallertleisten ausgezeichnet. Die einen, welche sehr kurz sind, strahlen seitlich und zentrifugal — unter Winkeln von etwa 45° — ab von den Gallertleisten der vier weiter unten zu besprechenden Mesogonien; sie sind kaum so lang wie die Mesogonleisten dick sind und fehlen der Subumbrella des Buccalmagens. Die andern sind lang und verlaufen im ganzen konzentrisch um die Hauptaxe der Meduse in der distalen Hälfte der Subumbrella des Magens, aber innerhalb des Scheitels der später zu erwähnenden Pylorusklappen; indessen haben die proximalen interradiale Unterbrechungen und sind zentripetal umgebogen, so daß ihre interradialen Enden den Interradien parallel laufen, wodurch eine kleine dreieckige Figur zustandekommt.

S c h i r m r a n d. Der Schirmrand im weiteren Sinne trägt 4 perradiale Sinneskolben und 4 interradiale Tentakeln. Über das Verhalten des Nervenringes, welcher, wie bei anderen Cubomedusen, diese Randorgane jedenfalls in Verbindung setzt, habe ich keine Beobachtungen angestellt. Unterhalb der Sinneskolben und der Pedalienbasen setzt sich der Schirmrand fort in ein breites Velarium.

Das V e l a r i u m (Fig. 3) stellt eine membranöse, ringförmige, distale Fortsetzung des Schirmrandes dar und ist, wenigstens bei Spiritusexemplaren, von 4 exumbralen perradialen Furchen durchzogen, welche die Fortsetzungen der 4 perradialen Furchen der Seitenwände des Schirmes bilden. Diesen Furchen entsprechen an der subumbralen Seite des Velariums 4 p e r r a d i a l e F r e n u l a, welche das Velarium an der Subumbrella befestigen, indem sie, muskelbekleidete vertikale Gallertleisten darstellend, von dem unteren Teile der Rückwand der Sinnesnischen zum freien Rande des Velarium herabziehen. Durch die vier perradialen Frenula

einerseits, durch die 3 interradialen Pedalien anderseits, zerfällt das Velarium in 3 adradiale Oktanten oder „Velarlappen“. Jeder dieser Velarlappen ist von nur zwei Velarkanälen durchzogen, durch welche geringe Anzahl sich unsere Spezies wesentlich von allen anderen bekannten Charybdeaarten unterscheidet.

Die Schirmhöhle ist der Subumbrella entsprechend fast würfelförmig. Die 4 vertikalen Seiten derselben werden von den Coelumbralwänden der 4 Radialtaschen gebildet, die obere Fläche von der coelumbralen Magenwand; die untere Fläche nimmt die Schirmöffnung ein, welche durch das vorspringende Velarium stark verengt wird. In den Axialraum der Schirmhöhle hängt oben der Magen herab. Ihr peripherischer Raum zerfällt oben in 4 sehr seichte interradiale Trichterhöhlen (Infundibula). Dieselben werden im proximalen Teile der Schirmhöhle dadurch gebildet, daß sich die 4 perradialen Mesogonien in Gestalt niedriger vertikaler Lamellen von den 4 Magenkanten zu den Mittellinien der 4 Radialtaschen hinüberspannen, von denen sie indessen nur das proximale Achtel einnehmen. Diesen proximalen Suspensorien entsprechen im distalen Teile der Schirmhöhle die 4 Frenula des Velariums, zwischen denen 4 entsprechende Nischen als „Velartrichter“ sich vertiefen.

Die Pedalien oder „Gallertsockel“ sind 4 interradiale Gallertanhänge des Schirmrandes von eigentümlicher Form. Sie tragen am Distalende die Tentakeln und setzen sich scharf von diesen ab. Bei Charybdea Rastonii sind die Pedalien seitlich komprimiert und flügelförmig mit unsymmetrisch verbogenen Seitenflächen, einer stark konvexen Axialkante und einer nur schwach konvexen, fast geraden Abaxialkante. Die Seitenflächen zeigen in ihrer ganzen Länge Fortsetzungen der Schirmkantenwülste, welche jedoch bis zur Ansatzstelle der Tentakeln hin schwächer und schwächer werden und nur in ihrem oberen Drittel auffallen. Das obere Drittel der Pedalien ist an seiner Axialseite ebenflächig begrenzt und so oberhalb des Schirmrandes inseriert, daß zwischen beiden ein „Pedaltrichter“ bleibt. Dieses Drittel ist dreikantig; die mediane Kante ist die zentripetale Fortsetzung der abaxialen Pedalkante, während die Lateralkanten Teile der zentrifugalen Fortsetzungen der Schirmkantenwülste sind. Indessen setzt sich außerdem noch eine zentripetale Verlängerung der axialen Pedalkante bis zum Grunde des Pedaltrichters fort und bildet so auf der sonst ebenen axialen Begrenzungsfläche des proximalen Pedaldrittels einen Kiel. Zu beiden Seiten der abaxialen Pedalkante,

aber dicht an derselben, liegt eine Reihe von kleinen, etwa $\frac{1}{2}$ mm großen und etwa $1\frac{1}{2}$ mm von einander entfernten Flecken, welche (pigmentführende?) Anhäufungen von Nesselzellen sind.

Die 4 Tentakeln sind starke, oben cylindrische, nach unten hin konisch verjüngte, hohle Fäden von 2 mm Dicke am Proximalende und mit cylindrischer, nicht keulenförmiger Basis. Ihre Außenfläche erscheint dicht geringelt, mit abwechseln dickeren und dünneren Ringen hier und dort. Den feineren Bau der Tentakeln habe ich nicht untersucht; doch wird derselbe wohl kaum von demjenigen bei anderen Charybdeaarten verschieden sein.

Die 4 perradialen Sinneskolben oder „Randkörper" (Rhopalia, Fig. 6 und 7) liegen oberhalb des Schirmrandes in den vorher genannten exumbralen Sinnesnischen. Der Bau dieser Sinnesorgane ist etwas verschieden von demjenigen der mediterranen Charybdea marsupialis. Auch bei Charybdea Rastonii vereinigen die Sinneskolben optische und akustische Organe. Es fehlen hier aber die paarigen Augen. Der Sinneskolben besteht aus zwei Stücken, einem proximalen Basalstück und einem fast ebenso langen distalen Endstück. Das einen vom Entoderm ausgekleideten Kanal führende Basalstück ist ein wenig gekrümmt, und zwar ist seine axiale Seite konkav; dagegen ist bei ihm von einer seitlichen Drehung kaum etwas zu merken. Es ist von seinem Proximal- bis zu seinem Distalende hin etwas konisch verjüngt und in eine nabelartige Vertiefung des Endstückes eingefügt. Das Endstück ist beträchtlich voluminöser als das Basalstück und im ganzen ellipsoidisch, besitzt aber drei mediane Protuberanzen. Die größte derselben liegt abaxial, berührt aber im distalsten Punkte der Peripherie ihrer Basis das Distalende des rhopalaren Endstückes. Letzteres gilt auch von der zweitgrößten Protuberanz, welche im übrigen axial am Endstücke des Sinneskolbens hervorragt. Die kleinste Protuberanz liegt zwischen der zweitgrößten Protuberanz und der Einfügungsstelle des rhopalaren Basalstückes. Die größte Protuberanz ist jedenfalls ein Otolithensack; denn sie ist hohl und der von mir beobachtete Mangel von Otolithen ist ohne Zweifel darauf zurückzuführen, daß ich die betreffenden Verhältnisse an Chromsäurepräparaten untersuchte, in deren Otolithensäckchen die Otolithen durch die Chromsäure aufgelöst waren. Die beiden kleineren Protuberanzen sind zwei unpaare Augen. Beide besitzen eine tiefe becherförmige, stark pigmentierte Retina, eine kugelrunde Linse und eine dünne Cornea, aber keinen Glaskörper. An meinen

Chromsäurealkoholpräparaten war die Linse weiß gefärbt, wie die Linse eines gekochten Fischauges; sie setzte sich scharf ab von dem sie umgebenden Retinabecher, der sich von außen als ein dunkler Ring präsentiert und im optischen Durchschnitte sich als aus zwei Schichten cylindrischer Zellen zusammengesetzt erweist, so zwar, daß sich am Pupillenrande die äußere Schicht in die innere fortsetzt. Die kugelförmige Linse besteht aus einem großen zelligen Kern und einer aus sehr feinen konzentrischen Lamellen bestehenden Außenschicht. Überdacht wird der Sinneskolben von der Sinnesschuppe, deren eigentümliche dreilappige Form schon oben Besprechung fand, und unter welcher der Sinneskolben kaum hervorragt.

Gastrokanalsystem. Der Gastrovascularapparat von Charybdea Rastonii übertrifft an Einfachheit der Bildung denjenigen der übrigen Charybdeaspezies.

Der Buccalmagen oder das Mundrohr ist verhältnismäßig klein und bildet eine bald flachere, bald höhere Quadratpyramide. Die abgestutzte Spitze derselben wird durch die enge Gaumenpforte gebildet, ihre Kanten durch die 4 perradialen Mundrippen, welche verdickte Leisten der dünnen Gallertplatte darstellen. An der quadratischen Mundöffnung springen die Oralenden dieser Buccalrippen beträchtlich vor und geben Veranlassung zur Bildung von 4 lanzettförmigen Mundlappen. Diese Mundlappen sind an ihrer Spitze seicht ausgekerbt und sind bei unserer Spezies dadurch charakterisiert, daß ihre Ränder durchaus ohne gekräuselte Falten sind, wie man sie bei anderen Charybdeaarten antrifft. An der axialen Entodermfläche, dieser ungekräuselten dreieckigen Mundlappen verläuft eine tiefe perradiale Rinne, welche an der Gaumenpforte sich nach außen umbiegt und, in der Mesogonfalte eingeschlossen, an der Innenfläche der Coelumbralwand des Zentralmagens bis zur Mittellinie der zugehörigen Radialtasche verläuft. Die verdickte Mundrippe selbst, welche zugleich die Mittelrippe des blattförmig zusammengefalteten Mundlappens bildet, setzt sich am Gaumen unmittelbar in die niedrige Mesogonfalte fort.

Der Zentralmagen ist bei unserer Charybdea, wie bei den meisten Charybdeiden, mit dem Basalmagen vereinigt, und es paßt auf den vereinigten Zentral- und Basalmagen im großen und ganzen die Darstellung, welche Haeckel von den entsprechenden Verhältnissen bei Charybdea Murrayana gegeben hat (2, p. 83, Taf. XXV). Insbesondere sind die Scheitel der Pylorusklappen

nicht mit der Notumbrella verwachsen, was ich der gegenteiligen, freilich auf Ch. marsupialis sich beziehenden, Behauptung von Claus gegenüber ausdrücklich betone.

Die Gastralfilamente bieten bei Charybdea Rastonii einige Besonderheiten dar. Sie bilden in jeder der 4 interradialen Magenecken einen ansehnlichen Phacellus oder Busch, der jederseits aus 4—5 zusammengesetzten und in der Mitte aus einer Anzahl anscheinend einfacher (?) Gastralfilamente besteht. Die zusammengesetzen Filamente haben ein kurzes dickes Basalstück oder Stielchen und längere und dünnere, lang-spindelförmige Endfäden, welche vom Ende der Stielchens ausgehen und an ihrer Basis häufig noch mit benachbarten zusammenhängen. Die 8—10 Stielchen der zusammengesetzten Filamente eines Phacellus sind einander annähernd parallel und erheben sich zentripetal von dem Scheitel der zugehörigen Pylorusklappe; die Phacellen liegen horizontal zwischen den Entodermüberzügen der Notumbrella und Coelumbrella des Magens.

Bezüglich der Radial- und Lappentaschen und der Rhopalar- und Tentakelkanäle gleicht unsere Art im ganzen der Haeckel'schen Charybdea Murrayana. Ein Querschnitt durch die Meduse in mittlerer Schirmhöhe ergiebt indessen 8 gastrale Rinnen oder Furchen der Notumbrella, welche parallel den Cathammalleisten und in geringem Abstande von denselben verlaufen (Fig. 15). Die Tentakelkanäle haben in der Höhe des Velarium einen rhombischen Querschnitt, der zentrifugal allmählich in einen kreisförmigen übergeht (Fig. 3); die lange Diagonale des Rhombus fällt in die Medianebene des Pedalium. Die 16 platten Velarkanäle (Fig. 3) halten ihrer Form nach die Mitte zwischen dem Schattenrisse des Stammes und der Hauptäste eines knorrigen Eichbaumes und dem der einen Hälfte eines schaufelförmigen Geweihes. Sie sind bald mehr, bald weniger, im ganzen aber nur spärlich verästelt. Die beiden Kanäle eines Velarlappens sind von ungleicher Größe; der größere und reicher verästelte ist dem Pedalium zunächst gelegen. Inbezug auf die Pedalien und Frenula sind die Velarkanäle symmetrisch angeordnet und sie greifen nicht mit ihren Ästen auf den benachbarten Velarlappen über; gleichwohl ist die spiegelbildliche Gleichheit nicht immer streng durchgeführt, wenn auch durchweg in hohem Grade.

Gonaden. Inbetreff der 8 Geschlechtsdrüsen (Fig. 1, 2 und 15), welche denjenigen der übrigen Charybdeiden

ähneln, sei hier bemerkt, daß sie durchaus ungefaltet sind. Sie sind in ihren oberen zwei Dritteln, wo sich die in einer Radialtasche befindlichen Gonaden nahezu mit ihren Rändern berühren, etwa doppelt so breit wie im unteren Drittel. Sie nehmen die ganze Höhe des Schirmes ein.

Farbe: Phacellen und Tentakeln blaß-rosa; Retina und (?) flache Nesselwarzen der abaxialen Pedalienkanten gleichfalls (wie ?) gefärbt, im übrigen, wenigstens im Wasser, durchaus farblos. Aus dem Wasser gehobene Exemplare opalisieren milchig-bläulich. — Die übrigen Charybdeiden sind im Gegensatze zu unserer Art nach Haeckel (1, p. 435) vorwiegend gelblich oder bräunlich gefärbt.

Größe: Schirmhöhe 3 cm, Velariumbreite $^1/_2$ cm, Länge der Ansatzlinien der Phacellen 1 cm.

Ontogenie: Höchstwahrscheinlich Metagenesis mit Scyphopolypen (s. u.).

Fundort: Bei Port Vincent im St. Vincent Golf, Haacke, 1883—1885. (?) Encounter Bai, Pulleine, 1886.

Systematische Stellung: Durch den Bau ihrer Rhopalien, die Form ihrer Sinnesschuppen und durch die geringe Anzahl ihrer Velarkanäle, auch wohl durch ihre ungekräuselten Mundlappen und ihren Mangel an Färbung unterscheidet sich Charybdea Rastonii von allen anderen bekannten Arten der Gattung Charybdea, zu der sie gleichwohl unzweifelhaft gehört. Ihrer systematischen Stellung innerhalb der Gattung nach gehört sie zur Haeckel'schen Untergattung Charybdusa; im übrigen erscheint es unthunlich, ihre Stellung genauer zu bestimmen, da die Zahl der unterschiedenen Charybdeaarten wahrscheinlich beträchtlich hinter der Zahl der unterscheidbaren zurücksteht.

I. 1. b. Charybdea Rastonii.

Jugendformen.

(Tafel XXXV, Fig. 4, 8, 9, 10, 11, 12, 13.)

Die Beschreibung einiger von mir beobachteten Jugendformen der Charybdea Rastonii an dieser Stelle ist deshalb notwendig, weil zu gewissen Jahreszeiten möglicherweise dergleichen Formen beträchtlich überwiegend gefunden werden, wie es bei Aurelia aurita und Cyanea capillata des Kieler Hafens der Fall ist, und

weil eine Bestimmung derselben ermöglicht werden muß. Die von mir beobachteten Thatsachen über die Ontogenie meiner Charybdea — so spärlich sie sind — sind doch von mehrseitigem Interesse und werden besonders deshalb willkommen sein, weil sie, soviel ich weiß, die ersten sind, die überhaupt über die Ontogenie der Cubomedusen zur Beobachtung gelangten.

Von ganz besonderem Interesse ist hier zunächst die Frage, ob die individuelle Entwickelung der Cubomedusen direkt oder indirekt verläuft, ob wir es bei ihr mit Hypogenese oder mit Metagenese zu thun haben. Claus, welcher eingehende Untersuchungen über die Organologie und Histologie der mediterranen Charybdea marsupialis angestellt hat, hält eine direkte Entwickelung für wahrscheinlich; Haeckel dagegen, welcher alle ihm bekannten Cubomedusen mit einander und mit den übrigen Tesseronien verglichen hat, entscheidet sich für die Wahrscheinlichkeit des Generationswechsels. Obwohl ich nun keineswegs leugnen will, daß sich die eine oder die andere Cubomeduse möglicherweise hypogenetisch entwickelt, so läßt eine von mir gefundene Jugendform doch nur wenig Zweifel darüber nach, daß Haeckel auch hier, wie zuvor schon in so manchen andern Fällen, im großen und ganzen das Richtige getroffen hat.

Das kleinste von mir beobachtete Exemplar der Charybdea Rastonii, welches eine Schirmkantenlänge von 8 Millimeter hatte, besaß nämlich in seiner stark gewölbten Schirmkuppel einen vom Centralmagen ausgehenden, mit Entoderm ausgekleideten, ziemlich weiten Kanal. Derselbe war an seinem etwas erweiterten aboralen Ende nur durch eine sehr dünne Scheidewand, die einer napfförmigen Vertiefung auf der Exumbrella entsprach, nach außen hin verschlossen. Er lag in einem Adradius und ziemlich exzentrisch; ob normalerweise, weiß ich nicht. Jedenfalls macht es dieser Kanal aber höchst wahrscheinlich, daß durch ihn das Gastrokanalsystem der jungen Meduse mit demjenigen eines Scyphostoma — ihrer Amme — kommunizierte. Es entspricht dieser Stielkanal unserer jungen Charybdea (Fig. 11 b) ohne Zweifel dem Stielkanal vieler Craspedoten und vieler anderen Acraspeden. Es ist demnach durchaus unwahrscheinlich, daß er sich bei einer Meduse, die sich hypogenetisch entwickelt, finden sollte; vielmehr ist er ein sehr starker Beweis für die Metagese der Charybdea Rastonii, die auch für die meisten übrigen nicht sessilen Tesseronien Geltung haben wird. Vermutungsweise möchte ich aber

hier die Ansicht aussprechen, daß die Tesseronien, wie die Craspedoten, sich aus lateralen Knospen der Polypenamme oder aus Stolonen entwickeln; denn den durch terminale Knospung entstehenden Ephyrulalarven der Ephyronien oder Discomedusen fehlt, abgesehen von abnormalen Zwischenstufen zwischen Scyphostoma und Ephyrula, der Stielkanal.

Verfolgen wir die Form des Schirmes von erwachsenen Individuen der Charybdea Rastonii rückwärts bis zu derjenigen des kleinsten von mir beobachteten Individuums, eben desjenigen, welches jenen Stielkanal besaß, so finden wir, daß die stark ausgeprägte Würfelform der alten Exemplare mehr und mehr einer Pyramidenform Platz macht (vergl. Fig. 1 u. 11 a). In der nachfolgenden Tabelle gebe ich von meinem jüngsten und einem mittelgroßen Individuum, die ich beziehungsweise mit I und II bezeichne, die absoluten und relativen Längen von a) den Schirmkanten (ohne Pedalien), b) den Abständen der Pedalbasen, c) den Abständen von je zwei benachbarten Mittelpunkten der Phacellenansatzlinien, beziehungsweise der Kanten der Pylorusklappen und d) den Pylorusklappenkanten; da die Längen der Pylorusklappenkanten die kleinsten Zahlen ergeben (bei ausgewachsenen Individuen etwa 10 Millimeter), so setze ich sie zum Zwecke der Berechnung der relativen Längen gleich 1.

Längen	Absolute in mm		und relative	
Individuen	I.	II.	I.	II.
a) Schirmkanten	8	17	5,333	2,833
b) Pedalbasenabstände	4	12	2,666	2,000
c) Phacellenabstände	2	8	1,333	1,333
d) Pylorusklappenkanten	1,5	6	1,000	1,000

Diese Zahlen, die, wie ich glaube, innerhalb der Fehlergrenzen liegen, zeigen, daß das Wachstum der distalen Teile des Schirmes bedeutend langsamer verläuft als das der proximalen, desgleichen, daß die Kanten des Schirmscheitels schneller wachsen als die Kanten der Schirmseiten. Bei dem kleinsten Individuum haben wir eine stark ausgesprochene Pyramide, bei dem mittelgroßen schon nahezu die Cubusform der erwachsenen Meduse. Bei dem kleinsten Individuum ist auch der Schirmscheitel stärker gewölbt als bei

den übrigen. Wir können also sagen, daß sich die jüngsten Individuen auch vermöge ihrer Körperdimensionen ihren Polypenammen nähern. Ich glaube hierdurch in meiner Vermutung, daß die Tesseronien sich aus lateralen Knospen ihrer Scyphostoma-Ammen entwickeln, bestärkt werden zu sollen; denn bei den durch terminale Knospung entstehenden Ephyronien finden wir während der Ontogenese die ausgesprochenste Scheibenform bei der Ephyrula.

Betreffend die Entwickelung der Anhänge des Schirmrandes kann ich einige Angaben über die Tentakeln und Rhopalien machen.

Die Tentakeln junger Individuen (Fig. 12) sind gegen ihr distales Ende hin nicht mehr wurm-, sondern rosenkranz- oder perlschnurförmig. Den Perlen einer Perlschnur entsprechen hier dicke ringförmige Polster von Nesselzellen. Dieselben gehen proximal in Ringe, wie wir sie von der erwachsenen Meduse kennen, über. Am kleinsten sind diese Nesselpolster in einiger Entfernung vom Distalende des Tentakels, von wo sie nach beiden Seiten hin allmählich an Größe zunehmen, so daß das distale Ende des Tentakels schwach verdickt erscheint. Hier und dort finden wir dickere Polster mit dünneren abwechselnd. Die Länge der die Tentakeln tragenden Pedalien betrug schon bei meinem kleinsten Exemplare etwa $^{1}/_{3}$ der Schirmhöhe.

Sehr interessant ist das, was sich mir über die Entwickelung der Rhopalien ergab. Bei jungen Individuen von Charybdea Rastonii besitzt jeder Sinneskolben außer dem Otolithensack und den beiden unpaaren Augen auch noch vier paarige Augen, wodurch sich solche Individuen mehr den übrigen Charybdeaspezies anschließen als die erwachsenen, bei denen ich keine Spur der paarigen Augen fand. Bei jungen Exemplaren meiner Art konnte ich bezüglich der Rhopalienentwickelung zwei, freilich nicht sehr verschiedene, Stadien unterscheiden. Das jüngste Stadium (Fig. 8) fand ich bei dem schon mehrfach erwähnten kleinsten von mir beobachteten Exemplare. Hier liegt der Otolithensack nicht subterminal am Sinneskolben, wie bei älteren Exemplaren, sondern ausgesprochen abaxial. Das größere der unpaaren Augen liegt terminal, nicht, wie später, subaxial. Das kleinere unpaare Auge liegt axial aber noch in beträchtlicher Entfernung von der Einfügungsstelle des Rhopalienstieles, der hier etwa dreimal so lang ist, wie das Endstück des Sinneskolbens, während er bei erwachsenen Individuen nur wenig länger ist als letzteres. Die vier paarigen Augen liegen zu je zwei dicht bei einander seitlich von dem kleinen unpaaren Auge. Insbesondere gilt dieses von dem

proximalen Paare, während das distale etwas mehr distal liegt. Das größere unpaare Auge (Fig. 10 *aa*) besitzt zwischen Linse und Retinabecher einen anscheinend strukturlosen Glaskörper, der wohl später zu gunsten der wachsenden Linse resorbiert wird. Die Linse ist eiförmig mit nach außen gerichtetem spitzen Pole, welcher eine nabelartige Vertiefung zeigt. Sowohl die periphere Lamellenschicht wie der zentrale zellige Kern der Linse entsprechen der Eiform der letzteren. Der zellige Kern hängt am spitzen Pole der Linse anscheinend noch mit dem äußeren Epithel des Sinneskolbens zusammen, wie das Ganze überhaupt sich als ein Produkt ectodermaler Einstülpung dokumentiert.

Bei dem kleineren unpaaren Auge erscheint der Pigmentbecher äußerlich nur als viertelmondförmiger dunkler Fleck mit distaler Konvexität (Fig. 8). Eine genauere Untersuchung ergiebt, daß er hier napfförmig, nicht, wie bei erwachsenen Individuen und auch bei dem größeren unpaaren Auge jüngerer Exemplare, tief becherförmig ist. Zwischen Retinabecher und Linse liegt bei dem kleinen unpaaren Auge ein scharfbegrenzter, napfförmiger, strukturloser Glaskörper (Fig. 10 *a* u. *b*). Von der Linse dieses Auges gilt ganz dasselbe wie von derjenigen des größeren. Die Axe des Auges bildet mit der der Hauptaxe der Meduse parallelen „axialen“ Tangente des Sinneskolbens einen Winkel von etwa 45°, mit proximalem Scheitel. Dieser Umstand, zusammengenommen mit der napfförmigen Form des Retinabechers, bedingt es, daß der Rand des letzteren nur teilweise von außen sichtbar ist. Die vier paarigen Augen stellen nichts anders als rudimentäre Pigmentbecher dar; differenzierte lichtbrechende Organe fehlen ihnen. Das proximale Paar wird durch zwei unregelmäßig-kreisförmige, sehr kleine, das distale durch zwei quer zur Längsaxe des Sinneskolbens gestellte langelliptische größere Pigmentflecken dargestellt. Die beiden unpaaren Ätherwellen percipierenden Organe sind schon wirkliche Augen, die vier paarigen können höchstens als Ocellen bezeichnet werden. Bei dem folgenden Stadium in der Entwickelung des Sinneskolbens (Fig. 9) liegt der Otolithensack schon subterminal, das große unpaare Auge schon subaxial; im übrigen unterscheidet sich dieses Stadium, abgesehen von der bedeutenderen Größe des Sinneskolbens und seiner Teile, dessen Stiel indessen schon relativ kürzer ist als vorher, kaum von dem vorhergehenden. Dem Sinneskolben der erwachsenen Individuen fehlen die vier paarigen Ocellen (Fig. 6), während sie bei $^2/_3$-erwachsenen

Individuen noch vorhanden sind. Die Sinnesschuppe ist erst bei erwachsenen Individuen ausgesprochen dreilappig.

Auch über die Entwickelung des Gastrokanalsystems kann ich einige Angaben machen.

Die Mundlappen sind bei jüngeren Individuen nur eben angedeutet. Die Phacellen wurden bei meinem jüngsten Individuum repräsentiert durch polsterförmige Verdickungen der Pylorusklappenkanten, von deren Mitte sich zentripetal etwa 15 unverzweigte, lang-spindelförmige Filamente erheben (Fig. 4 *b*). Seitlich von diesen wachsen später neue aus der gemeinschaftlichen polsterförmigen Anlage hervor. Dann sondern sich die Filamente in Gruppen, für deren jede sich ein gemeinschaftlicher Stiel aus dem Mutterboden des Polsters erhebt (Fig. 4 *a*). So entstehen die Filamentbüschel der entwickelten Phacellen; nicht etwa finden Spaltungen von Urfilamenten statt. Die Velarkanäle sind anfangs kurz und unverzweigt. Bei meinem kleinsten Exemplare zeigten die acht den Pedalien zunächst gelegenen Velarkanäle schon den Anfang der ersten Gabelteilung, während die übrigen acht noch unverzweigt waren.

Die Gonaden fehlten bei dem jüngsten Exemplare von 8 Millimetern Schirmhöhe noch ganz. Bei einem 13 Millimeter hohen Exemplar wurden sie dargestellt durch 8 lange, etwa $^1/_4$ Millimeter breite Bänder; sie fehlten hier an den distalen und besonders an den proximalen Enden der Gastral-Cathammen. Gegen beide Enden schieben sie sich später vor, so daß das proximale zuletzt erreicht wird. Proximal sind sie selbst noch bei Individuen von $^2/_3$ Definitiv-Größe schmäler als distal, ein Verhältnis, das bei erwachsenen Individuen, wo sie am Proximalende kaum schmäler als irgendwo anders sind, umgekehrt ist. Individuen, bei denen sich die beiden Geschlechtsdrüsenblätter einer Magentasche nahezu berühren, können als völlig entwickelt betrachtet werden.

Sämtliche von mir beobachteten Entwickelungsstadien der Charybdea Rastonii, auch, abgesehen von seinem Stielkanal, das jüngste, lassen sich schon auf die Gattung Charybdea, Untergattung Charybdusa, beide in Haeckelscher Fassung, beziehen.

Nachtrag: Die obigen Blätter über Charybdea Rastonii waren schon im Manuskript vollendet, ehe ich die als das Hauptwerk über die Organisation der Charybdeen zu betrachtende Abhandlung von Claus (3) vergleichen konnte. Als wichtigste Un-

terschiede meiner Resultate von denjenigen, welche Claus bei Ch. marsupialis erhielt, ergeben sich folgende:

1. Eine Verwachsung der Pylorusklappenkanten mit der Notumbrella besteht bei Ch. Rastonii nicht.
2. Die Sinneskolben von Ch. Rastonii sind weiter entwickelt als diejenigen von Ch. marsupialis. Den entwickelten Sinneskolben meiner Meduse fehlen die paarigen Augen. Ihren unpaaren Augen fehlen die Glaskörper. Die Linsen der entwickelten Augen von Ch. Rastonii sind nicht mehr eiförmig wie bei Ch. marsupialis, sondern kugelrund. Die äußere Schicht der Linse ist scharf von der inneren gesondert und nicht mehr zellig, sondern fein-lamellig. Die innere zellige Schicht ist ebenfalls kugelrund; ihr Zentrum fällt mit dem Zentrum der Linsenkugel zusammen. Die unentwickelten Sinneskolben von Ch. Rastonii stehen dagegen auf derselben Stufe, wie die von Claus abgebildeten Sinneskolben von Ch. marsupialis. Inbezug auf ihre Sinneskolben nimmt also Ch. Rastonii bis auf weiteres die höchste Stufe nicht nur unter den Cubomedusen, sondern unter den Medusen überhaupt ein.

I. 2. a. Cyanea Muellerianthe, Haacke; nova species.

Erwachsene Form.

(Taf. XXXVI, Fig. 1—3).

Spezies-Diagnose: Spezies der Gattung Cyanea in Haeckelscher Fassung (1, p. 538). Schirm flach-scheibenförmig, ohne napfförmige Vertiefung der Exumbrella, 5—7 mal so breit wie hoch. Schirmradius kaum 3 mal so groß wie der Radius des Zentralmagens. 16 Ephyralappen abgerundet, seicht ausgerandet, doppelt so breit wie lang. Okulartaschen fast rechteckig, in der Peripherie der Sinneskolben eingeschnürt, mit in der distalen Hälfte schwach S-förmig gebogenen Seitenrändern. Tentakeltaschen an der Basis kaum $1^1/_2$ mal, in der Peripherie der Sinneskolben, wo sie schon in Astkanäle aufgelöst sind, etwa 3mal so breit wie die Okulartaschen.

Spezielle Beschreibung: Dieselbe ist entworfen nach ausgezeichnet konserviertem Spiritusmaterial, speziell nach einem

Exemplare von 47 Millimetern Schirmradius; ich habe indessen häufig genug lebende Exemplare der Cyanea Muelleriana the in Händen gehabt, um behaupten zu können, daß die nachfolgende Beschreibung im wesentlichen die makroskopischen Organisationsverhältnisse des lebenden Tieres wiedergiebt.

Umbrella (Taf. XXXVI, Fig. 1 u. 2). Der Schirm bildet eine flache Scheibe von, wie es scheint, höchstens 10 Zentimetern Durchmesser und $1^1/_2$—2 Zentimetern Höhe; die folgenden Zahlenangaben beziehen sich auf ein Exemplar von 47 mm Schirmhöhe. Die Exumbrella ist vollständig glatt, schwach gewölbt, ohne Kranz- und Radialfurchen, ohne Nesselwarzen und Nesselzellen, aber mit einem dicken und festen subepithelialen Gewirre elastischer Fasern. Die Gallerte der Notumbrella (Fig. 3) ist fast knorpelhart und enthält bei meinem Exemplare zahlreiche kleine, anscheinend monoklinische Krystalle, wohl Produkte der Konservationsmethode. Sie ist in der zentralen Scheibe, welche einen Radius von 10 Millimetern besitzt, etwa 8 Millimeter dick, während sie überhaupt eine größte Dicke von 10 Millimetern besitzt. Diese letztere findet sich in den 16 Gallertwülsten, welche zusammen einen die Zentralscheibe umgebenden Ring bilden, von gleicher Größe sind und subradial verlaufen. Dieselben bilden 8 Paare, welche durch die 8 prinzipalen Radialebenen in je zwei Stücke zerfallen und voneinander durch die 8 Adradialebenen geschieden sind. In den Perradien, Interradien und Adradien liegen die die Gallertwülste trennenden Furchen, von denen die 8 prinzipalen, welche zu den Sinneskolben ziehen, bedeutend länger sind als die 8 adrialen. Dementsprechend sind die 16 Ephyralappen beträchtlich dicker in der Nähe der die Rhopolarbuchten bildenden als in der Nähe der die Tentakelbuchten bildenden Ränder. Vermöge der starken, von der Mitte ihres Verlaufes freilich an Dicke abnehmenden Stützleisten, welche die 16 subradialen Gallertwülste bis zur Peripherie der Sinnesschuppen in die Ephyralappen entsenden, sind die letzteren weniger nachgiebig als bei anderen Cyanea-Arten.

Der Schirmrand ist, dem obigen gemäß, bei unserer Spezies weniger auffällig dünn als bei anderen Cyaneiden. Er zerfällt durch die 8 prinzipalen Rhopalar- und die 8 adradialen Tentakelbuchten in 16 Randlappen, welche paarweise zusammengehören und starkvergrößerte Ephyralappen darstellen. Jeder Lappen, welcher im großen und ganzen schief abgerundet ist, besitzt im Radius eines Bursalseptums eine seichte Kerbe, so daß wir

im ganzen am Schirmrande 3 Arten von Buchten zu unterscheiden haben. Die Tentakelbuchten sind fünfmal, und die Rhopalarbuchten viermal so tief als die Septenbuchten, welche letzteren bei 47 Millimeter Schirmradius nur etwa einen Millimeter tief sind. Die Verwachsung der Okularlappen, durch welche eine Sinnesnische zustande kömmt, wird gebildet durch die Sinnesschuppe, nicht aber durch die dem Sinneskolben benachbarten Lappenränder, welche frei bleiben und sich zentripetal bis zur Basis des Sinneskolbens erstrecken. Der Rand der Sinnesschuppe ist etwa 43 Millimeter von der Hauptaxe des Tieres entfernt. Der Sinneskolben ist fast in seiner ganzen Länge mit der Sinnesschuppe verwachsen, und die Peripherie der Rhopalarbasen besitzt einen Radius von 39 Millimetern.

Die Subumbrella (Tafel XXXVI, Figur 1 und 2) zeigt im ganzen dieselben Organisationsverhältnisse wie bei anderen Cyanea-Arten. Auch bei unserer Art können wir vier konzentrische Zonen unterscheiden. Die erste derselben, die Peristomzone, besitzt einen Radius von etwa 14 Millimetern und zeigt keine besonderen Abweichungen von dem typischen Baue der Peristomzone bei der Gattung Cyanea. Die auf die Peristomzone folgende Kranzmuskelzone, deren großer Radius 23 Millimeter beträgt, zerfällt in 3 untergeordnete Zonen. Die erste derselben ist etwa $2^1/_2$ Millimeter breit und zeigt 4—5 konzentrische Ringfalten oder Muskelstützleisten, deren Verlauf durchweg ununterbrochen ist. Dieser Teil der Kranzmuskelzone gehört noch der Coelumbrella des Zentralmagens an. Auch in dem folgenden Teile, dessen Breite, gleich der der dritten, etwa $3^1/_4$ Millimeter beträgt, sind die Ringfalten noch ununterbrochen, obwohl dieser Teil schon der Coelumbrella des Kranzdarmes angehört. Dagegen sind in dem distalen dritten Teile der Kranzmuskelzone die Ringfalten in den Radien der Bursalsepten unterbrochen, wodurch 8 schmälere okulare und 8 breitere, damit alternierende tentakulare Kranzmuskeltafeln angedeutet sind. Die Anzahl der konzentrischen Muskelstützleisten, auch die unterbrochenen mitgerechnet, beträgt im ganzen etwa 20. Zur Bildung kleiner von einem Knorpelrahmen umgebener quadratischer Täfelchen im Bereiche der Kranzmuskelzone kommt es bei unserer Art nicht; ebensowenig finden sich in der Kranzmuskelzone tentakelartige Subumbralbläschen. Die auf die Kranzmuskelzone folgende Tentakelzone besitzt einen großen Radius von etwa 30 Millimetern und wird im Bereiche der Tentakeltaschen eingenommen von den 8 Tentakelbün-

deln. Es folgt als letzte Zone die Lappenzone mit den Randlappen und ihren Astkanälen und den Rhopalien. Indessen gehören die Randlappen eigentlich nur der distalen Hälfte dieser Zone an.

Die Muskeln der Subumbrella verteilen sich auf die oben beschriebenen konzentrischen Stützleisten der Kranzmuskelzone und auf 32 Bündel von Radialleisten, welche sich in 16 rhopalare und in 16 tentakulare Bündelpaare sondern. Jeder Rhopalartasche entspricht ein rhopalares, jeder Tentakeltasche ein tentakulares Bündelpaar, und jedem Ephyralappen, beziehungsweise jedem Bursalseptum ein rhopalares und ein tentakulares Bündel. Die tentakularen Bündel sind kaum breiter als die rhopalaren, welche letzteren etwa $^1/_3$ so breit sind wie die Rhopalartaschen im Bereiche der distalen Kranzmuskelperipherie; die tentakularen Bündel erreichen wenig mehr als die halbe Länge der rhopalaren. Beide Arten von Bündeln verlaufen in der Hauptrichtung der Bursalsepten und lassen sich kaum voneinander scheiden. Bei beiden gehen die 4—6 Stücke der 2—3 am meisten von den Bursalsepten entfernten Leistenpaare mit ihren proximalen Enden in Leisten der Kranzmuskelzone über. Auf jedes radiale Muskelleistenbündel entfallen etwa 6—8 Leisten, von denen die den Rhopalien benachbarten die längsten, die den Tentakeln benachbarten die kürzesten sind; die längsten Leisten enden distal in der Peripherie der Rhopalarbasen. Im Bereiche der Kranzmuskelzone finden sich keine radialen Muskelstützleisten; höchstens an der Entodermfläche der Coelumbrella; doch auch hier sind sie nur äußerst undeutlich, in den Tentakeltaschen freilich etwas deutlicher als in den Rhopalartaschen.

Die Tentakeln, welche in ihrem feineren Baue mit denen von Cyanea Annaskala, deren Bau Lendenfeld ausführlich geschildert hat (4), übereinstimmen dürften, sind auch in ähnlicher Weise wie bei jener Art in 8 hufeisenförmige adradiale Bündel geordnet, so zwar, daß auf die distalen Enden der beiden Schenkel jeden Bündels nur eine einzige Reihe, auf die mittleren Teile der Schenkel 2—3 und auf den verbindenden proximalen Bogen etwa 4 Reihen von Tentakeln kommen. Bis zu welcher Länge sich die Tentakeln ausdehnen können, weiß ich nicht; doch dürften sie im ausgestreckten Zustande die mehrfache Länge des Schirmdurchmessers erreichen. Für die relative Größe der Tentakeln untereinander gilt der Satz, daß die proximalen länger und dicker sind, als die distalen.

Die Sinneskolben der Cyanea Muellerianthe dürften

sich kaum von denjenigen anderer Cyaneen unterscheiden. Sie sind langgestreckt und bestehen aus zwei Stücken, einem langen Basalstücke, welches abaxial mit der Sinnesschuppe verwachsen ist, und einem kurzen, sinnesepithelführenden, freien Endstücke; letzteres besitzt die Form eines nach beiden Enden, am stärksten nach dem distalen hin plötzlich verjüngten Ellipsoides.

Gastrokanalsystem (Taf. XXXVI, Fig. 1—3). Die Differenzierung des Gastrokanalsystems ist im wesentlichen dieselbe wie bei den übrigen Arten der Gattung Cyanea.

Die Peripherie des Zentralmagens fällt zusammen mit der Peripherie der proximalen Enden der Bursalsepten und besitzt bei 47 Millimeter Schirmradius einen Radius von etwa $16^1/_2$ Millimetern. An der Subumbrella des Zentralmagens lassen sich zwei Zonen unterscheiden; eine innere Peristomzone mit einem Radius von 14 Millimetern und eine äußere Kranzmuskelzone mit einer Breite von $2^1/_2$ Millimetern. Über das Mundrohr und den Knorpelring des Mundes ist nichts besonderes zu berichten. Die vier Mundpfeiler besitzen an ihren distalen Entodermflächen eine Anzahl radialer Leisten und Furchen, welche indessen nur schwach angedeutet sind; sie gehen in Leisten und Furchen der Entodermseite der Kranzmuskelzone über. Die vier Mundarme erreichen kaum die Länge des Schirmradius, sind untereinander durch einen schmalen Faltensaum verbunden und scheinen im ganzen fünflappig zu sein; im übrigen verhalten sie sich wie bei anderen Cyaneen.

Die Radialtaschen sind sehr deutlich in Okulartaschen und Tentakeltaschen gesondert. Sie werden voneinander getrennt durch die Bursalsepten, welche bei unserer Art eine nähere Beschreibung verdienen. Jedes Bursalseptum läßt in seinem Verlaufe 4 annähernd gleich große Strecken unterscheiden, desgleichen eine Okular- und eine Tentakelseite. Das proximale Ende jedes Septums erscheint dreilappig. Die proximale oder erste Septenstrecke, welche vollständig im Bereiche der Kranzmuskelzone liegt, verläuft im ganzen radial, doch zeigt sie an beiden Enden an ihrer okularen Seite eine ansehnliche Verbreiterung, welche gegen die Mitte der Septenstrecke allmählich abnimmt, so daß die Mitte am schmalsten ist. Da die Tentakelseite dieser Septenstrecke gerade radial verläuft, so haben die Tentakeltaschen im Bereiche der Kranzmuskelzone die ausgesprochene Form eines gleichschenkeligen Trapezes, während die Okulartaschen die Form eines an den Enden abgestutzten Ovals besitzen. Auch der Verlauf der auf die proximale folgenden zweiten Septenstrecke ist im ganzen

ein radialer; es ist jedoch diese Strecke schwach gebogen, mit tentakularer Konkavität. Das Bursalseptum entsendet im Verlaufe dieser Strecke an beiden Seiten kleine Zacken in die Radialtaschen, namentlich an seiner okularen Seite, während die Zacken der Tentakelseite nur eben angedeutet sind. Die dritte Strecke ist stärker gebogen; sie ist konkav an der Okular-, konvex an der Tentakularseite. Während ihre Tentakelseite ungebrochen ist, erscheint ihre Okularseite stark unregelmäßig zickzackförmig, indem das Bursalseptum auf seiner dritten Strecke neben kleineren eine Anzahl großer Zacken in die Okulartasche entsendet. Die vierte oder distale Strecke der Bursalsepten ist gleichfalls gebogen; ihre Konkavität liegt an ihrer tentakularen Seite. An ihrer okularen Seite entsendet sie ziemlich breite, aber kurze, schräg-zentripetale Zacken in die okularen Lappentaschen, während ihre Tentakelseite in der proximalen Hälfte ungebrochen ist und in der distalen längere und kürzere Astkanalsepten in die Tentakeltaschen entsendet. Der Verlauf der letzten beiden Strecken ist im ganzen nicht radial, ungleich dem der beiden ersten, sondern bildet ein gestrecktes S, beziehungsweise Spiegel-S, dessen Tentakelseite der Radius des Bursalseptums anliegt. Entsprechend dem Verlaufe der Bursalsepten haben die Okulartaschen in ihrer proximalen Hälfte die Form eines hohen gleichschenkeligen Trapezes, dessen proximales Ende allerdings die oben beschriebene eigentümliche Form besitzt; die Basis dieses Trapezes liegt distal. Die distale Hälfte der Okulartaschen ist dagegen ausgesprochen leierförmig. Die größte Weite der Okulartaschen, welche etwa in die Mitte ihres dritten Viertels fällt, beträgt etwa $^2/_3$ derjenigen der Tentakeltaschen in der Peripherie der tentakularen Astkanalmündungen. In der Peripherie der Rhopalarbasen spaltet sich jede Okulartasche in zwei Lappentaschen, von welchen an den tentakularen Seiten kurze und breite Buchten, an den okularen lange und schmale Astkanäle ausgehen. Während indessen von der ganzen Länge der tentakularen Seiten Buchten ausgehen, sind die proximalen Hälften der okularen Seiten frei von Astkanälen. Diese Astkanäle zerfallen in zwei Gruppen, deren einzelne Stücke zwei- oder dreizinkige Gabeln, deren Zinken wiederum gegabelt sein können, darstellen. Die beiden Gruppen werden durch einen kurzen ungegabelten Astkanal voneinander geschieden. Im großen und ganzen gilt für diese Astkanäle der Satz, daß ihre proximalen „Unterläufe" das Bestreben haben, parallel den zugehörigen Lappenrändern, ihre distalen „Oberläufe" dagegen senkrecht zu

denselben zu verlaufen, und ferner, daß die die Astkanäle trennenden Septen breiter sind als die Astkanäle selbst. Die Astkanalzone der Okulartaschen ist sehr schmal; sie beträgt nur etwa $^1/_{13}$ bis $^1/_{12}$ des Schirmradius, während sie in den Tentakulartaschen nahezu $^1/_3$ desselben beträgt. Die Form der Tentakulartaschen ist im ganzen die eines gleichschenkeligen Trapezes, dessen distale Basis in ihrer Länge etwa $^3/_2$ der größten Weite der Okulartaschen beträgt. Die größte Weite der Tentakeltaschen beträgt wenig mehr als $^3/_2$ der größten Weite der Okulartaschen. Von Lappentaschen kann bei den Tentakeltaschen nicht wohl die Rede sein, da die Astkanäle der Schirmlappen unmittelbar in die letzteren münden. Die Astkanäle der Tentakeltaschen lassen sich in eine mittlere unpaare und zwei seitliche paarige Gruppen sondern. In der mittleren unpaaren Gruppe befinden sich 6—8 ungegabelte Kanäle, von denen die mittleren die kürzesten sind. Jede der beiden paarigen seitlichen Gruppen zerfällt in drei Hauptkanäle, von denen jeder 3 Kanäle zweiter Ordnung vereinigt; der mittlere ist der stärkste. Die Kanäle zweiter Ordnung sind teils einfach, teils wiederholt gabelig geteilt; sie sind unsymmetrisch hand- bis fächerförmig angeordnet. Von dem Verlaufe der Astkanäle läßt sich im allgemeinen sagen, daß ihre proximalen Oberläufe und ihre distalen Unterläufe das Bestreben haben, sich senkrecht gegen die zugehörigen Ränder der Randlappen zu stellen, während ihre Mittelläufe diesen Rändern parallel zu laufen streben. Die die Kanäle zweiter bis letzter Ordnung scheidenden Septen sind breiter als die Kanäle selbst. Im allgemeinen darf das geschilderte Verhalten der Astkanäle nicht allzu wörtlich aufgefaßt werden, da sich selbst bei einem Individuum mancherlei Abweichungen ergeben, indem die Oktanten des Randes keineswegs absolut kongruent sind.

Die pfriemenförmigen Gastralfilamente begleiten den Proximalrand des Genitalbandes in einem Bande, dessen Breite derjenigen des Genitalbandes etwa gleichkommt und etwa 3 Millimeter beträgt. Die Länge der Gastralfilamente selbst beträgt bei den meisten nur etwa 2 Millimeter, doch finden sich auch einige bis fünf Millimeter lange vor.

Gonaden. Die Gonaden sind bei Cyanea Muelleri-anthe nur schwach entwickelt und erreichen eine Länge von nur etwa 15 Millimetern. Demgemäß ist das in der peripheren Magenwand gelegene Genitalband nur wenig gewunden. Außerlich erscheinen die Gonaden meistens drei- bis fünflappig.

Farbe: Die Farbe hält ungefähr die Mitte zwischen milchweiß, rosa und gelblichbraun; genauere Notizen zu machen habe ich leider versäumt.

Größe: Schirmbreite bis zu 100, Schirmhöhe bis zu 20 Millimeter.

Ontogenie: Unbekannt.

Fundort: St. Vincent Golf: Port Vincent und Semaphore bei Port Adelaide, Haacke, 1883—1885.

Systematische Stellung: Die Stellung von Cyanea Muellerianthe innerhalb ihrer Gattung ist, wie bei allen ihren Gattungsgenossen, schwer zu bestimmen und bleibt wohl am besten der Cyaneamonographie vorbehalten, welche Haeckel in Aussicht gestellt hat. Inbezug auf ihre Größe und die Anordnung der Tentakeln schließt sich unsere Art am engsten an Lendenfelds C. Annaskala an; doch hat die letztere Art ganz gerade Bursalsepten, wodurch sie sich wesentlich von unserer Art unterscheidet. Auch inbezug auf die Färbung weicht C. Muellerianthe von C. Annaskala, welche purpurrote Mundarme besitzt, ab. Es ist deshalb nötig auf diese und andere aus einer Vergleichung sich ergebenden Unterschiede hinzuweisen, weil die Fundorte der beiden Arten benachbarte sind.

I. 2. b. Cyanea Muellerianthe.

Jugendformen.

(Tafel XXXVI, Fig. 4).

Die folgenden Mitteilungen betreffen jugendliche Individuen von etwa $1^1/_2$ bis 6 Zentimeter Schirmbreite. Alle standen schon auf der Cyaneastufe. Die Ephyrula und das Scyphostoma von Cyanea Muellerianthe habe ich nicht beobachtet, ebensowenig die zwischen der Ephyrula- und Cyaneastufe befindlichen Stadien.

Der Schirm jugendlicher Exemplare unterscheidet sich besonders dadurch von demjenigen erwachsener, daß er in dem Epithel seiner Exumbrella zahlreiche Nesselzellen enthält, und daß die exumbrale Schirmgallerte eine Anzahl von Warzen und zahlreiche kurze Leisten trägt, welche zusammen mit dem sie bedeckenden, Nesselzellen führenden Epithel Nesselwarzen und Nesselleisten bilden (Fig. 4). Die Nesselwarzen, etwa 30 an der Zahl, nehmen das Mittelfeld der Exumbrella ein, im Bereiche

von etwa einem Drittel des Schirmradius. Jede Nesselwarze bildet das Zentrum für etwa 15 von ihr ausstrahlende Nesselleisten, welche großenteils in solche von benachbarten Nesselwarzen übergehen. Auf die Nesselwarzenzone der Exumbrella folgt eine etwa eben so breite Nesselleistenzone, in welcher die Nesselleisten dichtgedrängt in mäandrischen Windungen angeordnet sind. Gegen die distale Zone der Exumbrella hin verlieren sie sich allmählich.

Die Konfiguration des Schirmrandes ist bei meinen jugendlichen Individuen im großen und ganzen dieselbe wie bei erwachsenen. Nur bei einem Exemplare (Fig. 4) besitzen die Ephyrulalappen ziemlich tiefe Kerben in den Radien der Bursalsepten. Da man sich diese Kerben nur seichter zu denken braucht, um zu dem normalen Verhalten zu gelangen, so möchte ich glauben, daß man auf die Kerben der Ephyralappen bei den Cyaneen kein allzu großes systematisches Gewicht legen darf.

Auch über die Subumbrella ist nur wenig zu berichten. Die zarte Gastrogenitalmembran ist von konzentrischen Leisten bedeckt, welche als proximale Äquivalente der mit ihnen konzentrischen Leisten der Kranzmuskelzone gelten können. Sie sind aber beträchtlich schwächer als die letzteren und besitzen einen beträchtlich größeren gegenseitigen Abstand. Besonders bei den jüngsten Individuen sind sie sehr deutlich. Die Leisten der Kranzmuskelzone sind sämtlich im Bereiche der Bursalsepten unterbrochen wie bei Desmonema Annasethe (1, Taf. XXX, Fig. 2 u. 4). Im übrigen habe ich nur zu erwähnen, daß bei zwei Individuen, bei denen je ein Oktant des Schirmrandes schwach entwickelt war, das Tentakelbündel im Bereiche dieses Oktanten nur durch eine hufeisenförmige Reihe von Tentakeln repräsentiert war, wie bei der Gattung Desmonema.

Die Abweichungen, welche das jugendliche Gastrokanalsystem vom definitiven Zustande darbietet, betreffen die Mundarme, die Bursalsepten und die Astkanäle. Die Mundarme sind verhältnismäßig länger als bei erwachsenen Individuen und tragen an ihren Außenflächen, wenigstens bei den jüngsten Exemplaren, in ähnlicher Weise konzentrische Leisten wie die Gastrogenitalmembranen.

Die Bursalsepten besitzen keine dreilappigen Proximalenden und sind im Bereiche ihrer proximalen Strecke (im Bereiche der Kranzmuskelzone) in allen Punkten ihres Verlaufes gleich breit. Die Astkanäle sind verhältnismäßig breiter als bei erwachsenen Individuen und an den Seiten zierlich gezackt, nicht

ganzrandig, wie diejenigen erwachsener. Die sie voneinander trennenden Astkanalsepten sind bedeutend schwächer als die Astkanäle selbst. Die okularen Lappentaschen besitzen im ganzen Verlaufe ihrer rhopalaren Ränder kleine Ausläufer. Aus dem geschilderten Verhalten der Astkanäle geht hervor, daß ihr Wachstum vornehmlich ein Längenwachstum ist.

Das Genitalband ist anfänglich beträchtlich schmäler als das ihm benachbarte Band der Gastralfilamente.

Weitere und genauere Mitteilungen über die Metamorphose der Cyanea Muelleriantlie müssen späteren Forschern vorbehalten bleiben.

I. 3. a. Monorhiza Haeckelii, Haacke; nov. gen. et nov. spec. (Pseudorhiza Haeckelii, Haacke; Biol. Centralblatt, 1884.)

Erwachsene Form.

(Tafel XXXVII, Fig. 1—5).

Diagnose: Chaunostomide mit 8 gabelteiligen Mundarmen, deren Oberarm sich nicht über die Gabelteilung fortsetzt, und mit wiederholt (etwa 5 mal) wechselständig-gefiederten (farnblattförmigen) Oberarmen und Gabelästen; mit einem mächtigen dreikantigen Terminalknopfe an dem Ende des Oberarmes nur des linken Stückes von nur einem der 4 Mundarmpaare. Schirm flach gewölbt, mit 64 Randlappen (in jedem Oktanten 6 große halbkreisförmige Velarlappen zwischen 2 kleinen dreieckigen Okularlappen). Arme so lang wie der Schirmradius. Oberarm nebst Gabel- und Fiederästen lateral komprimiert; Oberarm etwa doppelt so lang wie die Gabeläste. Terminalknopf länger als der Schirmdurchmesser. Die 4 weiten Subgenitalostien breiter als die 4 starken freien Pfeiler zwischen ihnen.

(Anmerkung: Es ist schwer und für mich unthunlich, für Monorhiza Haeckelii, welche mit Pseudorhiza aurosa bis heute allein die Lendenfeldsche Familie der Chaunostomiden bildet, gesonderte Genus- und Speziesdiagnosen zu geben. Weiter unten werde ich die beiden Chaunostomiden miteinander vergleichen und ihre systematische Stellung besprechen.)

Spezielle Beschreibung: Dieselbe ist gewonnen an etwa einem Dutzend Alkoholexemplaren, welche, mit Ausnahme eines einzigen, von mir selber erbeutet und konserviert worden waren. Mehrere Notizen habe ich auch an lebenden Exemplaren gewonnen.

Umbrella. Der Schirm von Monorhiza Haeckelii ist scheibenförmig, nur schwach gewölbt. Die Gallerte ist ziemlich konsistent und nimmt von der Mitte des Schirmes, wo sie am dicksten ist, nach dem Rande hin allmählich an Dicke ab. Im Bereiche des Zentralmagens ist sie etwas dünner als in den benachbarten Teilen des Schirmes. In der Nähe des Schirmrandes bildet sie, den später zu besprechenden Randlappen entsprechend, 64 exumbrale Wülste, welche sich scharf von dem Velarium abheben und parabolische Umrisse besitzen. Die Exumbrella ist von einem unregelmäßigen Netzwerke von seichten Furchen durchzogen, in dessen Maschen sich flache Protuberanzen befinden, hervorgegangen aus einer oder mehreren Nesselwarzen.

Am Schirmrande finden sich vielleicht stets 8 prinzipale Sinneskolben; möglicherweise können jedoch ausnahmsweise die vier perradialen fehlen (s. u. unter I. 3. b.). Die Rhopalien liegen versteckt in einer tiefen Sinnesnische, deren Dach von der Sinnesschuppe, deren Wände von den ziemlich dicken Okularläppchen, und deren allerdings kaum sichtbarer Boden vom Velarium gebildet wird; auf der Sinnesschuppe befindet sich eine große und deutliche Sinnesgrube. Zwischen je zwei benachbarten nicht zu einem Sinneskolben gehörigen Okularlappen befinden sich 6 halbkreisförmige Velarlappen, welche von den Prinzipal- nach den Adradien hin an Größe zunehmen, so daß die den Adradien benachbarten die größten sind. Die Gallerte der 16 Okular- und 48 Velarlappen ist am Rande derselben sehr dünn, erhebt sich aber in einiger Entfernung von demselben plötzlich in Gestalt der oben besprochenen 64 Wülste, deren Größe der Größe der Randlappen entspricht.

Die Subumbrella zeichnet sich, wie bei Pseudorhiza (5), durch eine eigentümliche Organisation aus. Man kann an derselben drei Zonen unterscheiden, eine zentrale Pfeilerscheibe, eine darauffolgende Lamellenzone und eine distale Muskelleistenzone. Der Radius der Pfeilerscheibe beträgt etwa die Hälfte des Schirmradius; die Lamellenzone ist von ungefähr derselben Breite wie die Muskelleistenzone. Lamellenzone und Muskelleistenzone bilden zusammen die Kranzmuskelzone.

Die Pfeilerscheibe setzt sich scharf von der Lamellenzone ab

und ist im ganzen kreisförmig. Die 4 an ihren Außenflächen mit kleinen Nesselwarzen bedeckten Mundpfeiler sind an ihrer Basis ungefähr ebenso breit wie ihre Interstitien, verschmälern sich aber zentripetal. Zwischen ihnen liegen die 4 weiten annähernd kreisförmigen Subgenitalostien, welche in den Subgenitalsaal führen. Die Saaldecke dieses Porticus subgenitalis wird gebildet von der Gastrogenitalmembran, welche, gleich dem Zentralmagen, annähernd die Form eines „eisernen Kreuzes" besitzt. Zwischen den perradialen Schenkeln dieses Magenkreuzes erhebt sich die subumbrale Schirmgallerte in Gestalt von 4 interradialen länglichen aber unregelmäßig geformten Gallertlappen, deren Längsaxen in den Interradien liegen. Dieselben sind sehr interessant, da sie jedenfalls zu der Ontogenese des Subgenitalsaales in Beziehung zu bringen sind. Auch die Gastrogenitalmembran ist an ihren Rändern von kleineren unregelmäßig geformten Gallertleisten umsäumt. Sie ist, wie bei allen Monodemnien, sehr zart und nur in den Mittelstreifen ihrer vier Schenkel etwas verdickt, am stärksten in dem Zentrum derselben, wo sich ein kreisförmiger flacher Gallertknopf erhebt. Der Saalboden, gebildet durch die zentripetale Vereinigung der vier Mundpfeiler, deren Querschnitt lang elliptisch ist mit parallel der Saaldecke laufenden langen Axen, besitzt einen Radius von etwa $^1/_4$ Schirmradiuslänge. Er ist sehr dünn in seinem zentralen Drittel, nach welchem hin jedoch 4 perradiale Gallertleisten laufen in den Mittellinien der dem Saale zugewendeten Seiten der Pfeiler. Diese Saalbodenleisten sind mäßig breit und hoch und in der Mitte flach, besitzen aber kleine seitliche Flügel oder Schenkel. Mit ihrer flachen Mitte hingen sie während der Tetrademnie der Meduse jedenfalls mit den flachen Leisten der Gastrogenitalmembran, mit ihren seitlichen Schenkeln mit den oben besprochenen die Gastrogenitalmembranen säumenden Gallertleisten zusammen. An seiner oralen Fläche trägt der Saalboden die acht starken Mundarme, deren Basen durch eine breite Lippenhaut verbunden sind, deren Radius an Länge fast dem Radius der Pfeilerzone gleichkommt. Die Mundarme sind etwa so lang wie der Schirmradius, bestehen aus einem Oberarm und zwei Gabelästen und besitzen, besonders in ihren proximalen Teilen, starke Gallertstützen von elliptischem Querschnitt. Arm und Gabeläste tragen wechselständig angeordnete Fiederäste, welche als Arme zweiter Ordnung bezeichnet werden können. Die Arme zweiter Ordnung tragen Arme dritter, diese Arme vierter, die Arme vierter tragen Arme fünfter und diese endlich Arme

sechster Ordnung. Die Arme dritter, vierter, fünfter und sechster Ordnung sind beziehungsweise so angeordnet wie die Arme zweiter, dritter, vierter und fünfter Ordnung. Von den Armen zweiter Ordnung, deren Zahl an jedem Mundarm etwa 30 beträgt, sind die proximalen am kleinsten. An ihrer Axialseite tragen die Arme sämtlicher Ordnungen Rinnen, deren Ränder jedoch, an einem einzigen Punkte eines der Arme ausgenommen, nie verwachsen, wie sonst bei allen übrigen Rhizostomen mit einziger teilweiser Ausnahme von Lendenfeld's Pseudorhiza aurosa. Aus den Armrändern, deren Ränder überall mit geknöpften mikroskopischen Digitellen, wie bei anderen Rhizostomen, besetzt sind, ragen, wenigstens zeitweilig, überall längere oder kürzere, langlanzettliche, mitunter mehrfach geteilte, entodermale Spermafilamente (Fig. 3 u. 4) hervor. Einer der Arme, und zwar stets nur ein einziger, besitzt an seiner Gabelungsstelle verwachsene Rinnenränder, die einen an seiner Basis dreiflügeligen, weiterhin stumpf-dreikantig-prismatischen Terminalknopf von enormer Länge und Dicke bilden. Er wird länger als der Schirmdurchmesser und erreicht Zolldicke. Seine Gallerte ist sehr weich und brüchig, weshalb man ihn bei an den Strand gespülten Exemplaren nur selten vollständig antrifft. Seine Flügel, beziehungsweise Kanten, entsprechen dem Oberarm und seinen beiden Gabelästen, so zwar, daß sich eine proximale oder axiale und zwei distale oder abaxiale Kanten an dem Terminalknopfe unterscheiden lassen. Er ist schwach spiralisch gedreht und zeigt an seinem Ende drei stumpfe Lappen, welche die Spiraldrehung des Terminalknopfes besonders deutlich erkennen lassen. Bedeckt ist er mit kleinen Nesselwarzen. Stets gehört der Terminalknopf, vom Zentrum der Subumbrella der auf der Exumbrella liegenden Meduse aus gesehen, dem linken Stücke eines der vier Mundarmpaare an. Nie findet sich ein Terminalknopf an irgend einem der übrigen sieben Mundarme; vielmehr zeigen dieselben an ihren Gabelungsstellen immer weitklaffende Armrinnen. Bei an den Strand gespülten Exemplaren der Monorhiza Haeckelii fehlt der Terminalknopf meistens; stets ist aber in solchen Fällen noch seine resistente Basis erhalten, wodurch sein ehemaliges Vorhandensein konstatiert wird.

Die auf die Pfeilerzone folgende Lamellenzone wird eingenommen von 16 trapezförmigen, subradialen Lamellentafeln, deren jede etwa 20 die Subradien rechtwinkelig schneidende Lamellen aufweist, welche kleine verzweigte Blindsäcke des Gastrokanal-

systems (s. d.) führen. Mitunter sind die distalen, aber meistens die mittleren Lamellen jeder Tafel die breitesten und können bei einer Schirmbreite von etwa 25 Zentimetern etwa einen halben Zentimeter breit werden. Die hohen und dünnen, am Rande öfters schwach und unregelmäßig gelappten Lamellen je zweier benachbarter Tafeln werden durch flache Leisten verbunden und nehmen von diesen Verbindungsstellen aus nach ihrer Mitte hin an Breite zu. Morphologisch sind die Lamellen jedenfalls vergrößerte Muskelstützleisten, wie sich solche denn auch zwischen den Lamellen hier und dort, besonders zwischen den distalen, vorfinden. Manchmal setzt sich eine Lamelle der einen Tafel in eine Muskelstützleiste einer benachbarten Tafel fort.

Die distale Muskelstützleistenzone wird in ihrer ganzen Breite eingenommen von konzentrischen, dichtgedrängten, flachen, knorpeligen Leisten, welche den Muskelfasern zum Ansatze dienen, man zählt deren bis 50. Die gesamte Kranzmuskelzone schließt jedoch auch die Lamellenzone mit ein, denn die Lamellen sind, wie schon bemerkt, nichts weiter als modifizierte Muskelstützleisten und sind an ihren Insertionslinien verdickt und knorpelig.

Gastrokanalsystem. Das Gastrokanalsystem von Monorhiza Haeckelii ist im ganzen so beschaffen wie bei Pseudorhiza aurosa.

Die Mundarmrinnen zerfallen in ebenso viele Ordnungen wie die Fiederäste der Mundarme, an deren oraler oder axialer Seite sie sich befinden. Die orale Ansicht jedes der Mundarme eines lebensfrischen auf der Exumbrella im Wasser liegenden Exemplares, bei welchem an den Armen nur die lebhaft gefärbten Armrinnen deutlich sichtbar sind, hat, abgesehen von der Gabelung des Armes, auffallende Ähnlichkeit mit den Blättern mancher Farne.

Zu einer Röhrenbildung kommt es nur in dem Terminalknopfe, welcher von einem Axenkanale und drei Kantenkanälen durchzogen ist. Die letzteren sind mit dem ersteren durch zahlreiche Anastomosen verbunden; eine Kommunikation mit der Außenwelt findet jedoch nicht statt. Ich bemerke hier indessen, daß ich die eben dargelegte Auffassung nur an fragmentarischem Materiale gewonnen habe, weshalb ich den Terminalknopf der sorgfältigen Untersuchung späterer Beobachter empfehle. Bei einem Exemplare war der Terminalknopf kurz und hatte eine dreilappige Spitze, deren Lappen den Bau der Mundarme zu wiederholen schienen (Tafel XXXVII, Fig. 5); ich bitte spätere Beobachter, auf dergleichen

Vorkommnisse zu achten und sie sorgfältiger zu untersuchen, als es mir möglich war.

Aus der Vereinigung der Rinnen der acht Mundarme resultiert die zentrale weitklaffende Mundöffnung, beziehungsweise der Buccalmagen. In ihrem Umkreise gehen die beiden benachbarten Ränder je zweier benachbarter Mundarmrinnen, welche durch kleine Falten dargestellt werden, ineinander über. Die Form des Mundes ist achteckig bis kreuzförmig mit perradialen Kreuzschenkeln. Von den vier perradialen Ecken des Mundes geht je ein auf dem Querschnitte langelliptischer Pfeilerkanal ab, durch welchen die Mundhöhle mit dem Zentralmagen kommuniziert. Die 4 Pfeilerkanäle haben enge proximale, aber weite distale Mündungen. Die Gallerte der Armpfeiler ist am stärksten neben den Seitenrinnen ihrer Kanäle, demnächst an den Außenwänden der letzteren.

Der Zentralmagen besitzt, wie schon oben hervorgehoben, die Form eines eisernen Kreuzes, dessen perradiale Schenkel jedoch etwas in die Länge gezogen sind. Er ist ein wenig in die Gallerte der Notumbrella eingesenkt.

Der Kranzdarm besitzt ganz die eigentümliche Bildung wie bei Pseudorhiza aurosa. Von dem Zentralmagen strahlen 16 Radialkanäle aus, welche in einer vom Zentrum der Umbrella etwa $^3/_4$ Schirmradius betragenden Entfernung durch einen Ringkanal verbunden sind. Vier perradiale Kanäle gehen von der Mitte der Schenkel des Zentralmagens aus und sind spindelförmig erweitert. Die vier gleichfalls spindelförmigen Interradialkanäle sind, der Form des Zentralmagens entsprechend, bedeutend länger als die übrigen. Acht nicht spindelförmige Adradialkanäle setzen den Ringkanal mit den acht Ecken der vier Zentralmagenschenkel in Verbindung. Die acht Prinzipalkanäle setzen sich als Okularkanäle über den Ringkanal hinaus noch bis zu den Rhopalien fort und entsenden hier je zwei kurze Gabeläste in die Okularläppchen. Die 16 zwischen den 16 Radialkanälen befindlichen Bögen des Ringkanales sind etwas stärker gebogen als es ihrem Hauptradius entspricht, mit distaler Konvexität. Von jedem dieser Bögen gehen bei den meisten Exemplaren 9, bei anderen nur 8, bei noch anderen 10 blinde und durchweg unverzweigte Zentripetalkanäle aus, deren Länge etwa $^1/_4$ Schirmradius beträgt, und deren Breite diejenige ihrer Zwischenräume zuweilen kaum, zuweilen aber auch 3—4 mal übersteigt. An den Enden sind sie zugespitzt. Sie sind im ganzen gleichmäßig auf den sie verbindenden Bogen des Ringkanales verteilt; hier und dort jedoch mündet ein Zentripetalkanal

in einen Radialkanal. Mitunter kommt eine einfache Gabelung einzelner Zentripetalkanäle vor. Von den Zentripetalkanälen aus gehen in die oben besprochenen Subumbrellalamellen Lamellenkanäle, welche die Lamellen fast ihrer ganzen Breite nach durchsetzen. Die Mündungen dieser Lamellenkanäle in die Zentripetalkanäle sind schmal und lang, ebenso lang wie die Zentripetalkanäle breit sind. Vermöge ihrer Äste breiten sich die Lamellenkanäle fächerförmig in den Lamellen aus, so daß sich zwei benachbarte Lamellenkanalfächer gegenseitig berühren, jedoch kommt es niemals zu Anastomosen. Die Lamellenkanäle sind ein- bis vielemale dichotomisch geteilt, mit breiten wellenförmigen Gabelästen, deren Enden nicht miteinander anastomosieren (Fig. 2). In bezug auf ein einzelnes Medusenindividuum sind die Lamellenkanäle dem Grade ihrer Verzweigung nach durchweg gleich. Ob diese Lamellenkanäle, wie bei Pseudorhiza aurosa, Bruttaschen sind, weiß ich nicht; ich habe keine Embryonen darin gefunden. Distal vom Ringkanal befindet sich ein den Ringkanal und die 8 Okularkanäle verbindendes und sich auch auf die Velarlappen erstreckendes Kanalnetz, dessen enge Maschen kaum so weit sind wie die das Netz formierenden Kanäle breit.

Gastralfilamente habe ich trotz sorgfältigen Suchens nirgends finden können; auch nicht mit Hilfe des Mikroskopes. Das erscheint mir um so merkwürdiger, als sie bei ganz jungen Larven von Monorhiza deutlich nachweisbar sind.

Gonaden. Bei Monorhiza wie bei Pseudorhiza und Chrysaora liegt höchst wahrscheinlich der merkwürdige und bei Medusen seltene Fall des Hermaphroditismus vor. Wir haben dementsprechend bei Monorhiza Haeckelii zwei Arten von Geschlechtsorganen zu unterscheiden, zentrale eigentliche Gonaden und sporadische Spermarien.

Die zentralen Gonaden bilden den Rand der Gastrogenitalmembran und bestehen aus 4 Bändern geschlossener Follikel, welche letzteren nahezu quer zum Umrisse der Gastrogenitalmembran gerichtet sind. In seinem mittleren Verlaufe ist jedes im ganzen spindelförmige Follikel durch eine Anzahl größerer und kleinerer Spalten zerklüftet, so daß die konischen Enden des Follikels ungeteilt sind, seine Äquatorialzone dagegen in eine Anzahl von Follikularkanälen aufgelöst ist. Die Gonaden bilden 4 interradiale U- bis V-förmige Figuren, deren distale Schenkel sich in die distal erweiterten Pfeilerkanäle hineinbegeben und die letzte-

ren ihrer ganzen Länge nach in Gestalt von sterilen Leisten, die erst an der Peripherie der Mundhöhle sich verlieren, durchsetzen. Jeder Pfeilerkanal erhält demnach zwei solcher Leisten, die in seinen seitlichen Rinnen gelegen sind, und die ich für homolog mit den beiden benachbarten Schenkeln zweier benachbarter Scyphostoma-Taeniolen halte.

Die sporadischen Spermarien werden dargestellt durch die oben besprochenen, in den Mundarmrinnen wurzelnden Entodermfilamente, welche zwar häufig noch nicht geschlechtsreif oder schon wieder steril sind, häufig jedoch auch zahlreiche rundliche oder unregelmäßig gelappte Spermasäckchen enthalten (Fig. 4). Es finden sich aber gleiche Filamente auch an anderen Stellen des Gastrovaskularsystems, namentlich an den zentralen Gonaden, wo sie nicht einfach, sondern büschelförmig sind. Ob sie sich sonst noch im Gastrokanalsystem vorfinden, vermag ich nicht mit Bestimmtheit anzugeben. Zwar habe ich sie in den Radial- und Zentripetalkanälen und selbst in dem distalen Kanalnetze gefunden; doch weiß ich nicht, ob sie an solchen Stellen wurzelten, oder ob nur abgerissene Filamente der Armrinnen dorthin gelangt waren.

Ein Nachweis von Eizellen in den zentralen Gonaden ist mir in einzelnen Fällen gelungen, dagegen habe ich Spermatozoen in den zentralen Gonaden und Spermarien nicht auffinden können. Vielleicht waren die betreffenden Geschlechtszellen auch noch nicht hinreichend entwickelt. Jedenfalls kann aber über die Richtigkeit meiner Deutungen und den Hermaphroditismus von Monorhiza Haeckelii kaum ein Zweifel bestehen.

Farbe: Furchennetz der Exumbrella violett bis braun. Entoderm der Mundarmrinnen dunkelrot; Ränder der Armrinnen violett (?). Terminalknopf metallisch-kupferglänzend, bei jüngeren Individuen am Basalende blau bis violett mit einem dunklen Spiralbande. Peripheres Gastrokanalsystem bräunlich.

Größe: Schirmbreite 20—25 Zentimeter; Schirmhöhe 5—10 Zentimeter. Terminalknopf bis 30 Zentimeter.

Fundort: St. Vincent Golf, Haacke, 1882—1885.

Systematische Stellung: Die nächste bekannte Verwandte von Monorhiza Haeckelii ist Lendenfeld's Pseudorhiza aurosa. Die beiden Arten bilden bis heute allein die merkwürdige und hochinteressante Lendenfeld'sche Rhizostomen-Familie der Chaunostomiden (6, 8). Über die gegenseitige Verwandtschaft der Genera Pseudorhiza und Monorhiza, sowie über die systematische Stellung der Chaunostomiden möchte

ich hier einige Bemerkungen machen, die definitive Entscheidung geübteren Medusologen überlassend.

Bis auf die Terminalknöpfe der Mundarme, welche sowohl von Lendenfeld wie von mir (9) früher als Nesselkolben, deren Funktion sie auch unzweifelhaft besitzen, bezeichnet wurden, die aber jedenfalls mit den „Terminalknöpfen" der Mundarme anderer Rhizostomen, beispielsweise Pilema, homolog sind, zeigen beide Medusengattungen eine hochgradige Übereinstimmung. Indessen ist der Umstand, daß sich bei Monorhiza nur ein einziger Terminalknopf vorfindet, so merkwürdig, daß er die Aufstellung der neuen Gattung Monorhiza rechtfertigt. Man bedenke, daß Monorhiza in dieser Beziehung beispiellos dasteht. Alle übrigen Medusen lassen sich wenigstens in zwei, meistens kongruente, selten nur spiegelbildlich gleiche, Stücke zerlegen, und die allermeisten zerfallen in kongruente Quadranten. Das letztere gilt namentlich von den Scyphomedusen mit nur vereinzelten Ausnahmen, bei welchen letzteren eine Amphithektie eben angedeutet ist. Aber eine Meduse wie Monorhiza Haeckelii, bei der ein Quadrant unsymmetrisch entwickelt ist, indem sein eines Antimer ein mächtiges Organ besitzt, das dem anderen Antimer und den drei übrigen Quadranten fehlt, ist sonst nicht bekannt. Die Medusen und namentlich die Acraspeden, sind Radiärtiere par excellence; deshalb sollte die eigentümliche und strengerbliche Grundform von Monorhiza, die eine Teilung weder in zwei kongruente noch in zwei symmetrische Hälften zuläßt, genügenden Grund zur Aufstellung einer neuen Chaunostomidengattung abgeben.

Übrigens unterscheidet sich Monorhiza Haeckelii auch in einer Reihe anderer Organisationsverhältnisse von Pseudorhiza aurosa, wie aus dem folgenden ersichtlich sein wird.

Zunächst sind die 8 drehrunden Terminalknöpfe von Pseudorhiza weit weniger stark entwickelt als der solitäre Terminalknopf von Monorhiza, welcher dreikantig ist. Bei Pseudorhiza sind von den „Armen zweiter Ordnung" die proximalen am größten, während sie bei Monorhiza gerade die kleinsten sind. Bei meinen Medusen kommt es zur Bildung von Armen und Armrinnen sechster Ordnung, bei Lendenfeld's Medusen zerfallen die Armrinnen in nur vier und die Arme in drei Ordnungen. Von der Mundöffnung gehen bei Pseudorhiza nur 4, bei Monorhiza dagegen 8 Rinnen ab. Die Velarlappen sind bei Monorhiza ganzrandig, bei Pseudorhiza dagegen aus je drei sekundären Läppchen zu-

sammengesetzt; Lendenfeld giebt an, daß Pseudorhiza aurosa in jedem Sechszehntel 10 Zentripetalkanäle besitzt, während bei Monorhiza Haeckelii meistens 9, mitunter nur 8 vorhanden sind. Die Anzahl der subumbralen Lamellen ist grösser bei Monorhiza. Lendenfeld's Meduse erreicht einen Schirmdurchmesser von 40 Zentimetern, während die meinige mitunter nicht breiter ist als 20 Zentimeter. In merkwürdiger Weise stimmen beide Medusen dagegen in der Färbung überein, wie ein Vergleich mit Lendenfeld's Diagnose (6) ergeben wird.

In einem Briefe, welchen Lendenfeld 1882 an mich richtete, spricht er von dem Hermaphroditismus und den oralen Spermarien von Pseudorhiza aurosa. In seiner auf die Meduse bezüglichen Publikation (5) hebt er zwar die entodermalen Filamente der Mundarmrinnen ganz besonders hervor, nimmt dieselben jedoch nicht als Spermarien in Anspruch. Auch spricht er hier von den Bruttaschen, meinen Lamellenkanälen, die beim Weibchen größer als beim Männchen sein sollen. Offenbar hat Lendenfeld kein genügendes Material besessen, sonst wäre er nicht an seiner ersten, wahrscheinlich richtigen, Deutung irre geworden. Ob Lendenfeld's angebliche Weibchen nicht Hermaphroditen im Stadium der Eiproduktion waren, ist demnach eine Frage, die ich bejahen möchte. Jedenfalls enthielten einzelne Entodermfilamente der Arme von Monorhiza Haeckelii unzweifelhafte Spermaballen, die schon mit bloßem Auge sichtbar waren, wenn mir auch der Nachweis von Spermatozoen nicht gelungen ist. Uebrigens verdienen es diese Organisationsverhältnisse recht sehr, noch genauer an frischem Material untersucht zu werden.

Phylogenetisch ist Monorhiza jedenfalls jünger als Pseudorhiza; denn die nächsten Vorfahren von Monorhiza werden, wie Pseudorhiza, ohne Zweifel 8 Terminalknöpfe besessen haben, wenn auch, wie wir weiter unten sehen werden, diese Annahme keine ontogenetische Begründung findet. Diese Annahme legt nun, wie ich schon früher (9) auseinandergesetzt habe, die weitere Annahme nahe, daß die Chaunostomiden überhaupt phylogenetisch jünger sind als die übrigen Rhizostomen, daß insbesondere Monorhiza Haeckelii den „Endsproß des Discomedusenstammes" darstellt. Dieser Anschauung entsprechend wird bei den Chaunostomiden, deren Vorfahren echte Rhizostomen, das heißt Medusen mit verwachsenen Mundkrausen, gewesen sein würden, die Rhizostomie wieder größtentheils verloren gegangen sein. Gestützt wird diese Auffassung durch den Umstand, daß bei

beiden Chaunostomidengattungen sich eine ausgesprochene Monodemnie vorfindet. Mag man nun auch in dem einfachen Subgenitalsaale nicht den höchsten Differenzierungsgrad der Rhizostomen erblicken, so sind doch vermöge ihrer gesamten Organisationsverhältnisse die Chaunostomiden unzweifelhafte Mitglieder der Rhizostomengruppe und können nicht als in der Mitte zwischen Semostomen und Rhizostomen stehende Medusen in Anspruch genommen werden.

I. 3. b. Monorhiza Haeckelii.

Jugendformen.

(Tafel XXXVII, Fig. 6—9).

Ich bin so glücklich gewesen, zwei Larven von Monorhiza Haeckelii und eine junge Meduse zu erbeuten. Die Schirmdurchmesser der Larven betrugen 6 und 11 Millimeter; derjenige der jungen Meduse etwa 30 Millimeter.

Die beiden Larven unterscheiden sich bezüglich ihrer Organisation nur in sehr wenig merklicher Weise, weshalb die Beschreibung einer derselben genügt. Die folgenden Angaben beziehen sich auf die 11-Millimeterlarve, sofern nicht ausdrücklich ein Unterschied der beiden Larven konstatiert wird. Der Schirm ist flach scheibenförmig mit geringer zentraler Depression auf der Exumbrella. Die Exumbrella (Fig. 7) ist bedeckt mit Nesselwarzen, welche drei Zonen bilden. Die zentrale Zone, deren Radius etwa 0,28 des Schirmradius beträgt, ist spärlicher mit Nesselwarzen bedeckt als die darauf folgenden beiden Zonen. Die Nesselwarzen dieser Zone sind unregelmäßig angeordnet; die meisten sind klein, jedoch finden sich neben diesen auch einzelne größere, die aus drei halbkreisförmigen kleineren Warzen zusammengesetzt sind. Die zweite Zone besitzt einen Radius von 0,40 minus 0,28 des Schirmradius. In dieser Zone befinden sich 22 große Nesselwarzen, welche einen einzigen Warzenring bilden. 21 dieser Warzen sind aus je zwei halbkreisförmigen kleineren Warzen, deren Konkavitäten einander zugewendet sind, zusammengesetzt; bei der 22sten finden sich statt einer distalen halbkreisförmigen Warze deren zwei. Bei der 6-Millimeterlarve ist die Anzahl der Hauptwarzen der zweiten Zone etwas kleiner. Die dritte Zone der Exumbrella, mit einem Radius von 1,00 minus 0,40 des Schirm-

radius, wird von kleinen rundlichen Warzen eingenommen, welche nach dem Schirmrande hin allmählich an Größe abnehmen. Der Schirmrand ist mit 16 sehr seichten Kerben versehen, deren Zwischenräumen 16 schwach vorspringende subradiale Lappen entsprechen. Jedem dieser Randlappen kommen 3 Exumbrallappenwülste zu, welche von den Prinzipal- nach den Adradien hin an Größe abnehmen. Diese Wülste sind aus Querreihen sehr kleiner Nesselwarzen zusammengesetzt; die 16 größten sind zu 8 Paaren verbunden, deren beiden Stücke stark divergieren und etwas gekrümmt und in Spitzen ausgezogen sind, während die 32 übrigen Exumbrellawülste des Schirmrandes mehr radial verlaufen und stumpfer sind. Bei der 6-Millimeterlarve finden sich 8 Rhopalien, wie bei den erwachsenen Medusen; dagegen hat die 11-Millimeterlarve merkwürdigerweise nur 4 Rhopalien, welche in den Interradien liegen. Es ist mir nicht bekannt, daß ein solcher Fall bei anderen Diskomedusen beobachtet worden wäre.

An der Subumbrella unserer Larven (Fig. 6) können wir eine zentrale und eine distale Zone unterscheiden; der Radius der ersteren beträgt etwas mehr als der halbe Schirmradius, woraus sich der Radius der zweiten ergiebt. Über diese letztere habe ich nichts zu bemerken; sie entspricht der Kranzmuskelzone der erwachsenen Medusen. Dagegen zeigt die zentrale Zone einige Besonderheiten. Von ihrer Mitte erhebt sich das achtkantige Schlundrohr der Larve, welches an seinem oralen Ende acht kurze gegabelte Arme trägt. Diese acht adradialen Arme hängen an ihren Basen paarweise zusammen, so zwar, daß sie, wie bei den erwachsenen Medusen, vier perradiale Armpaare bilden. Die einzige Verzweigung der 8 Mundarme besteht in der erwähnten Gabelung; doch sind die Enden der Gabeläste schon mit einigen Digitellen besetzt. Das linke Stück eines der vier Armpaare zeigt schon die Anlage des Terminalknopfes der erwachsenen Monorhiza. Es sind nämlich bei diesem Arme an der Gabelungsstelle seiner oralen Rinne die Rinnenränder bedeutend verdickt, so zwar, daß wir zwei paarige und eine unpaare Verdickung finden. Offenbar verschmelzen diese Wülste später miteinander, wachsen in die Länge, nehmen eine schwache Spiraldrehung an und bilden so den merkwürdigen solitären Terminalknopf unserer Meduse. An der kleineren Larve habe ich die Anlage desselben nicht auffinden können. — Der periphere Teil der zentralen Subumbralzone wird eingenommen von der Anlage der perradialen Saalpfeiler, welche

stark an die Mundpfeiler von Cyanea erinnern, und von 4 interradialen Aussackungen der Coelumbrella, welche äußerlich je aus zwei Hälften zusammengesetzt erscheinen und prall mit ziemlich zahlreichen Gastralfilamenten angefüllt sind.

Das Gastrokanalsystem unserer Larve ist zwar weit einfacher als das der erwachsenen Form, zeigt aber doch schon mehrere Besonderheiten, welche die letztere charakterisieren. Die Mundöffnung hat die Form eines Kreuzes, dessen Schenkel sich gabeln und so die abermals gegabelten weitklaffenden Armrinnen bilden, die den Armrinnen erster Ordnung des erwachsenen Tieres entsprechen. Mundöffnung und das darauffolgende Schlundrohr führen direkt in den Zentralmagen ohne die Vermittelung der erst in der ersten rinnenförmigen Anlage vorhandenen Pfeilerkanäle, deren Form allerdings schon der Form der definitiven Pfeilerkanäle sehr ähnelt und auch lebhaft an die Mundpfeilerrinnen von Cyanea erinnert. Der Zentralmagen ist beinahe noch kreisrund mit einem Radius von etwas mehr als der halben Länge des Schirmradius. Indessen ist die spätere Kreuzform des Zentralmagens doch schon angedeutet. Die 16 Radialkanäle des alten Tieres sind bei unseren Larven noch sehr weit, besitzen eine dem Längsschnitte einer Birne ähnelnde Form und münden mit enger Öffnung in den Zentralmagen, mit weiter Öffnung dagegen in den gleich zu besprechenden Ringsinus des Gastrokanalsystems. Diese Radialkanäle sind, wie bei den entwickelten Medusen, von dreierlei Größe, ein Verhalten, das freilich nicht sehr ausgesprochen ist. Die interradialen sind die größten; es folgen die perradialen und dann die adradialen. Der Ringsinus ist von beträchtlicher Breite und entspricht dem Ringkanal, den Distalenden der prinzipalen Radialkanäle und dem distalen Kanalnetze der erwachsenen Meduse. In den Prinzipalradien zeigt der Ringkanal an seiner Peripherie 16 Ausbuchtungen, angeordnet in 8 Paaren, deren beide Stücke beträchtlich divergieren. Es entsprechen diese Ausbuchtungen den sich in die Okularläppchen begebenden Gabelästen der definitiven prinzipalen Radialkanäle. Zwischen je zwei benachbarten Paaren dieser Ausbuchtungen befinden sich 4 kleinere, welche die Anlagen des definitiven peripheren Kanalnetzes darstellen. Diese sämtlichen distalen Ausbuchtungen des Ringsinus entsprechen ihrer Form und Lage nach genau den oben besprochenen distalen Nesselwülsten der Exumbrella. Endlich mögen hier noch als Ausbuchtungen des Ringsinus die in die Sinneskolben sich begebenden Kanäle Erwähnung

finden. Zentripetal vom Ringsinus begeben sich in die 16 Zwischenfelder der Radialkanäle je 4 bis 5 gerade Kanälchen hinein, von denen die mittleren die längsten sind. Es entsprechen dieselben natürlich den Zentripetalkanälen der erwachsenen Medusen, und zwar den mittleren 4 bis 5 Zentripetalkanälen eines jeden Lamellenfeldes. Die Gastralfilamente sind, wie schon oben erwähnt, in beträchtlicher Anzahl in den vier bruchsackartigen Ausstülpungen des Zentralmagens enthalten; über ihre Anordnung ließ sich leider kein Aufschluß gewinnen. Die Geschlechtsorgane scheinen bei meinen Larven noch nicht in die Erscheinung getreten zu sein. Ebenso fehlt auch noch, was schon aus dem obigen hervorgeht, der Subgenitalporticus.

Die im Anfange dieses Abschnittes erwähnte junge Monorhiza Haeckelii ist auf Tafel XXXVII, Fig. 8 u. 9, in natürlicher Größe und in natürlichen Farben nach dem Leben gezeichnet, wiedergegeben. Leider ging dieses Exemplar durch Unvorsichtigkeit verloren, so daß ich eine genauere Untersuchung nicht vornehmen konnte, insbesondere nicht anzugeben weiß, ob die junge Meduse schon auf dem Stadium der Monodemnie stand. Im übrigen glaube ich aber, daß meine beiden Abbildungen derselben einigen Anspruch auf Naturtreue machen können. Aus Figur 8 ergiebt sich, daß die Farbe des Entoderms der Armrinnen, welche schon recht charakteristisch sind, karminrot ist, und daß der Terminalknopf mit einem farbigen Spiralbande geziert ist, welches vom violett-blauen proximalen Ende allmählich in das kupferrote distale Ende übergeht, während die junge Meduse im übrigen farblos ist. Der Terminalknopf ist stumpf-dreikantig. Die Exumbrella zeigt eine geringe zentrale Depression, in deren Nähe Nesselwarzen sichtbar waren. Figur 9 zeigt die aborale Ansicht der Meduse. Auffallend ist hier die quadratische Form des Schirmes, welche derselbe aber erst annahm, nachdem die Meduse schon ziemlich matt geworden war. Zur Erklärung dieses quadratischen Kontraktionszustandes müssen wir, obwohl meine Zeichnung acht Sinneskolben zeigt, doch annehmen, daß unsere junge Meduse zu denjenigen Exemplaren gehört, bei welchen sich die vier perradialen Sinneskolben und Nervenzentren erst lange nach den vier interradialen entwickeln. Weil bei meinem Exemplare die vier interradialen Nervenzentren stärker entwickelt waren als die vier perradialen, konnten sie, auch nachdem die Meduse schon ermattet war, einen kräftigeren Einfluß auf die ihnen benachbarte Muskulatur ausüben, als das den perradialen Nerven-

zentren möglich war. Das Resultat war die in Figur 9 abgebildete quadratische Schirmform mit perradialen Ecken.

Die beiden oben beschriebenen Larven und die von mir gesammelten und zu dieser Arbeit benutzten, dabei allerdings auch teilweise zerstörten Typenexemplare der Monorhiza Haeckelii befinden sich jetzt im Zoologischen Museum zu Jena.

Synonymische Anmerkung: Der beste Kenner der Medusen und der medusologischen Litteratur, Herr Professor Haeckel, der mir für die Bearbeitung meines australischen Untersuchungsmaterials in liebenswürdigster und dankeswertester Weise sämtliche Hülfsmittel seines neuen Instituts zur Verfügung gestellt hat, hat mich noch, nachdem er meine Figur 8 gesehen, darauf aufmerksam gemacht, daß dieselbe in bemerkenswerter Weise übereinstimmt mit der von Lesueur angefertigten und von Blainville und Milne Edwards kopierten Abbildung von Limnorea proboscidea, Haeckel (1, S. 87). Nachdem ich die Kopien gesehen, erscheint es mir als möglich, wenn nicht wahrscheinlich, daß beide Arten identisch sind, zumal das auch mit den bezüglichen Fundorten einigermaßen übereinstimmen würde. Ich halte weder Péron's von Haeckel (l. c.) citierte Charakteristik der Limnorea noch Lesueur's Abbildung für gut genug, um die hier vorliegende philologische Frage zu beantworten. Bemerkenswert ist es immerhin, daß Louis Agassiz die Limnorea zu den Rhizostomen stellt. Sollte Limnorea proboscidea, Haeckel (L. triedra, Péron und Lesueur) mit Monorhiza Haeckelii, Haacke wirklich identisch sein, so sind eben die Resultate der auf Limnorea gerichteten Bemühungen Péron's und Lesueur's den meinigen gegenüber so mangelhaft und irrtümlich, daß ich vollauf berechtigt bin, meinen Genus- und Speziesnamen aufrecht zu halten. Ob Favonia octonema, Péron und Lesueur (vergl. 1, S. 94), welche Haeckel mit seiner Nemopsis favonia für identisch hält, nicht etwa auch eine Art meiner Gattung Monorhiza ist, ist gleichfalls eine Frage, welche, wie die obige, denjenigen Zoologen zur Lösung empfohlen sein mag, welche Freunde philologischer Untersuchungen sind. Es wird aber dabei zu bedenken sein, daß Péron und Lesueur sich nicht mit Aristoteles auf gleiche Stufe stellen können.

II. Faunistischer Teil.

Es wird später einmal eine interessante Aufgabe sein, die geographische Verbreitung der Scyphomedusen im Zusammenhange und mit Bezug auf die Resultate der phylogenetischen Systematik, der Geologie und Ozeanographie zu behandeln. Einiges, das bezüglich der Acraspedenfauna des St. Vincent Golfes für eine solche Arbeit brauchbar sein mag, will ich auf den folgenden Seiten zusammenstellen, wobei zweckmäßigerweise einige Bemerkungen über die Lebensweise unserer Medusen Platz finden.

Betreffend die inneren Beziehungen der Scyphomedusenfauna unseres Golfes, habe ich schon oben bemerkt, daß ich nur drei Arten in demselben angetroffen habe: Charybdea Rastonii, mihi, Cyanea Muellerianthe, mihi und Monorhiza Haeckelii, mihi. Verglichen mit denjenigen anderer Meeresteile scheint mir die Acraspedenfauna des St. Vincent Golfes nicht allzu arm zu sein. Arm sind aber die einzelnen Arten an Individuen. In großen Schwärmen, die man beispielsweise von Aurelia aurita und Cyanea capillata in unseren nordischen Meeren findet, und wie sie nach Lendenfeld (4) auch von der südostaustralischen Cyanea Annaskala vorkommen, habe ich die Medusen des St. Vincent Golfes nie angetroffen.

Charybdea Rastonii kommt einzeln oder in Gesellschaften von einem halben bis einem ganzen Dutzend vor. Bei schönem Wetter und ruhiger See schwimmt diese Meduse gerne in der Nähe des Meeresspiegels, wo sie einem geübten Auge sichtbar ist. Sie schwimmt stets gegen den langsamen Strom, der durch den Wechsel von Ebbe und Flut in der Nähe der Küste erzeugt wird. Da sich aber hier das Wasser in seiner gesamten Masse fortschiebt, wie die Erde in ihrer Bahn, so ist es schwer einzusehen, wie die Medusen es merken können, woher der Strom kommt. Indessen habe ich die betreffenden Beobachtungen von einer kleinen Landungsbrücke aus und bei einem Wasserstande von etwa drei Metern gemacht, und wir müssen annehmen, daß unsere Charybdeen — etwa in den Tentakeln — ein so feines Gefühl besitzen, daß sie trotz der langsamen Strömung die geringe am Meeresgrunde und dann auch an den Pfählen der Landungsbrücke erzeugte Reibung wahrnehmen und zur Orientierung benutzen können. Bei windigem Wetter halten sich unsere Charybdeen in tieferen Wasserschichten auf, wo man sie gelegentlich mit Netzen erbeuten

kann. Was es für einen Zweck hat, daß die Augen der Charybdea Rastonii, die doch vollkommener bei keiner Meduse angetroffen werden, durch die glashellen Rückwände der Sinnesnischen in den glockenförmigen Schirm hineinsehen, diese Frage möchte ich hier auch kurz berühren. Sollten sie in der Nähe der Schirmöffnung befindliche Beute erspähen und hiervon Mund und Tentakeln benachrichtigen?

Cyanea Muellerianthe kommt meist in kleinen Schwärmen, aber auch einzeln vor. Auf gutes und schlechtes Wetter reagiert sie wie Charybdea Rastonii und wohl die meisten anderen Medusen. Sie läßt sich vom Wasserstrome treiben, und ich habe es oft bemerkt, daß kleine Schwärme von Cyanea Muellerianthe und Charybdea Rastonii sich begegneten. Es besitzt Cyanea Muellerianthe einen Schutzbefohlenen und zwei Parasiten. Der erstere ist, wenn ich nicht irre, ein sehr jugendlicher Caranx, der sich zwischen den faltenreichen Mundgardinen der Meduse aufhält und durch die Nesselorgane der letzteren, die auf ihn selbst keine Wirkung haben, geschützt wird. Der eine Schmarotzer, ein Endoparasit, lebt in der Gallerte des Schirmes, der Mundarme und vielleicht auch noch anderswo. Ich habe ihn noch nicht genauer untersucht, glaubte es aber mit einem distomenartigen Wesen zu tun zu haben. Der zweite Schmarotzer ist ein Ectoparasit aus der Klasse der Anthozoen, wahrscheinlich eine Halcampa.

Monorhiza Haeckelii habe ich immer nur einzeln angetroffen. Die Meduse ist selten, und ich sah mich genötigt, die an den Strand geworfenen Exemplare gleichfalls zu sammeln. Viermal habe ich die Meduse im Wasser schwimmend angetroffen. Es ist mir berichtet worden, daß Junge des Enoplosus armatus, eines braunrot und silberweiß gebänderten Fisches, unter dem Schirme und zwischen den Mundarmen der Meduse Schutz suchen.

Über die Zeit des Vorkommens der Medusen des St. Vincent Golfes habe ich kein genügendes Material gesammelt. Größere Exemplare von Cyanea Muellerianthe und Monorhiza Haeckelii habe ich zu allen Jahreszeiten angetroffen. Auf Charybdea Rastonii muß man zur Beantwortung der vorliegenden Frage genauer Acht geben, was ich nur von Anfang Januar bis Anfang Juni, also — bei Unterscheidung von nur zwei Jahreszeiten — etwa von Mitte Sommer bis Mitte Winter habe thun können. Ich habe sie, jung und alt, während dieser Zeit

des Jahres immer ziemlich gleich häufig gefunden. Die eine der beiden Monorhizalarven erbeutete ich im Anfang des Winters, die andere fand ich später im Magen einer etwas früher gefangenen Cyanea, die sie wahrscheinlich verschluckte, während ich beide im Eimer hatte. Einige leider von mir nicht erbeutete ganz kleine Larven von Cyanea oder Monorhiza habe ich gegen Ende des Sommers gesehen. Sämtliche von mir zu dieser Arbeit benutzten Exemplare wurden in den Monaten von Januar bis Juli gesammelt, mit Ausnahme eines einzigen, von mir selbst.

Die Beziehungen der Scyphomedusenfauna des St. Vincent Golfes zu den Faunen anderer Meeresteile sind nach zwei Richtungen hin zu verfolgen. Wir können erstens fragen: Wo treffen wir die fremden Vertreter der Gattungen Charybdea, Cyanea und Monorhiza an, oder welche Beziehungen existieren zwischen der Acraspedenfauna des St. Vincent Golfes und derjenigen des gesamten Weltmeeres, und zweitens: Wie verhält sich unsere Fauna zu derjenigen der nächstgelegenen Meeresteile?

Die Beantwortung der Frage nach den Beziehungen der Acraspedenfauna des St. Vincent Golfes zu derjenigen des Weltmeeres ergibt sich aus einer Zusammenstellung der Fundorte der Arten von Charybdea, Cyanea und Monorhiza.

Charybdea pyramis gehört den Antillen an und Ch. philippina den Philippinen und Pelew-Inseln; Ch. alata ist südatlantisch-afrikanisch und Ch. obeliscus mittelatlantisch-afrikanisch; Ch. marsupialis ist eine Bewohnerin des Mittelmeeres und Ch. Murrayana gehört der Tiefe (und Oberfläche?) des atlantischen Ozeans in der Nähe der Sierra Leone an. Ch. Rastonii endlich ist südaustralisch. Hieraus geht hervor, daß die Gattung Charybdea auf die Meere der heißen Zonen und auf die angrenzenden Gebiete der gemäßigten Zone beschränkt zu sein scheint, im übrigen kosmopolitisch ist.

Die Gattung Cyanea scheint umgekehrt vorzugsweise den kälteren Meeren sowohl des Nordens wie des Südens anzugehören. Cyanea capillata und Lamarckii sind nordatlantisch-europäisch und C. arctica und versicolor nordatlantisch-amerikanisch; letztere Art kommt allerdings bei Süd-Carolina vor. C. ferruginea und Postelsii sind nordpacifisch, die erste asiatisch, die andere amerikanisch. Schließlich sind C. Annaskala und Muellerianthe südpazifisch, beziehungs-

weise südostindisch. Nach Lendenfeld wird Cyanea Annaskala in Port Jackson größer als in Port Phillipp (8). Ob dieses bedingt wird durch die bedeutendere Wärme des Wassers von Port Jackson, wie Lendenfeld meint, erscheint zweifelhaft; denn wir finden ja gerade die größten Vertreter der Gattung Cyanea im kalten Norden. Wie dem aber auch sei, inbezug auf die Größe der Cyanea-Arten ergiebt sich aus einer Vergleichung der betreffenden Angaben Haeckel's (1) der empirische Satz, daß die charakteristische Größe der Arten vom Nordpol nach dem Südpol im großen und ganzen stetig abnimmt.

Von der Gattung Monorhiza kennen wir mit Sicherheit erst eine Art, weshalb sich über die Verbreitung der Gattung wenig sagen läßt. Ist Monorhiza Haeckelii identisch mit Limnorea triedra, Péron und Lesueur, so würde dadurch das Verbreitungsgebiet unserer Art bis zur Baß-Straße ausgedehnt werden. Eine bedeutendere Erweiterung des Verbreitungsgebietes der Gattung Monorhiza würde sich ergeben, wenn sich der Nachweis führen ließe, daß Péron's und Lesueur's Favonia octonema von der Küste von Arnheims Land zur Gattung Monorhiza gehört. Übrigens gehört die mit Monorhiza nächstverwandte Gattung Pseudorhiza durch P. aurosa dem Port Phillipp bei Melbourne an.

Aus dem Vorhergehenden ergiebt sich, daß zwei der drei Scyphomedusenarten des St. Vincent Golfes, nämlich Charybdea Rastonii und Cyanea Muellerianthe zwei kosmopolitischen Gattungen angehören, von denen die erstere allerdings auf die wärmeren, die letztere auf die kälteren Meere im wesentlichen beschränkt ist.

Im Folgenden gebe ich zum Zwecke der Vergleichung der Acraspeden-Fauna des St. Vincent Golfes mit den übrigen gut bekannten Acraspeden-Faunen anderer australischer Lokalitäten eine Zusammenstellung nach den Arbeiten von Haeckel (1), Lendenfeld (6, 7, 8) und mir (vorliegende). Von einigermaßen gut begrenzten australischen Lokalitäten sind für unsern Zweck nur drei hinreichend erforscht, Port Jackson bei Sydney, die Bass-Straße mit Port Phillipp bei Melbourne und der St. Vincent Golf bei Adelaide, auf welche drei ich mich deshalb beschränken muß. Ich muß hierbei noch bemerken, daß die Lendenfeld'sche Angabe (6, 7), wonach Pseudorhiza aurosa auch bei Ade-

laide gefunden wird, auf einem von mir begangenen Irrtum beruht; ich hatte erst einige verstümmelte Exemplare meiner Monorhiza Haeckelii erbeutet, als Lendenfeld mir die Entdeckung seiner Pseudorhiza aurosa brieflich mitteilte, worauf ich ihm schrieb, daß ich dieselbe Meduse bei Adelaide (beziehungsweise Glenelg) gefunden hätte.

Tabelle über die Acraspedenfaunen von Port Jackson, der Bafs-Strafse mit Port Phillipp und des St. Vincent Golfes:

Lokalitäten der Gattungen	Gattungen	Arten	Lokalitäten der Arten.
St. Vincent Golf	Charybdea	Rastonii	St. Vincent Golf
Port Jackson	Stenoptycha	rosea	Port Jackson
Port Jackson Baß-Straße St. Vincent Golf	Cyanea	Annaskala Muellerianthe	Port Jackson Baß-Straße St. Vincent Golf
Port Jackson	Aurelia	coerulea	Port Jackson
Baß-Straße	Archirhiza	primordialis	Baß-Strasse
Baß-Straße	Haplorhiza	simplex	Baß-Straße
Port Jackson	Phyllorhiza	punctata	Port Jackson
Port Jackson Baß-Straße	Crambessa	mosaica	Port Jackson Baß-Strasse
Baß-Strasse	Pseudorhiza	aurosa	Baß-Straße
Baß-Straße (?) St. Vincent Golf	Monorhiza	Haeckelii	Baß-Straße (?) St. Vincent Golf

In der Kolumne für die Lokalitäten der Gattungen finden wir Port Jackson und die Baß-Straße zweimal, die Baß-Straße und St. Vincent Golf gleichfalls zweimal, Port Jackson und St. Vincent Golf aber nur einmal zusammen in derselben Klammer. Aus der Kolumne für die Lokalitäten der Arten ersehen wir, daß Port Jackson und die Baß-Straße zweimal, die Baß-Straße und St. Vincent Golf ein fragliches Mal, Port Jackson

und St. Vincent Golf dagegen überhaupt nicht zusammen in derselben Klammer stehen. Aus beiden Kolumnen zusammengenommen ergiebt sich demnach als Resultat die relativ größte Verwandtschaft der Acraspedenfaunen von Port Jackson und der Baß-Straße, eine geringere zwischen Baß-Straße und St. Vincent Golf und die geringste zwischen Port Jackson und St. Vincent Golf.

Der Versuch einer kausalen Erklärung dieses Resultats muß späteren Forschern überlassen bleiben.

Jena, den 23. Oktober 1886.

Litteratur.

1. Ernst Haeckel, Das System der Medusen. Jena, 1879.
2. — —, Die Tiefseemedusen der Challenger-Reise und der Organismus der Medusen. Jena, 1881.
3. C. Claus, Untersuchungen über Charybdea marsupialis. Wien, 1878.
4. R. v. Lendenfeld, Über Coelenteraten der Südsee. I. Cyanea Annaskala. Z. f. w. Z. 1882.
5. — —, Über eine Übergangsform zwischen Semostomen und Rhizostomen. Z. A., Leipzig, 1882.
6. — —, The Scyphomedusae of the Southern Hemisphere. Part III. Proc. Linn. Soc. New South Wales, Vol. IX. 1884.
7. — —, The geographical distribution of the Australian Scyphomedusae, Proc. L. S. N. S. W. Vol. IX. 1884.
8. — —, Local colour varieties of Scyphomedusae. Proc. L. S. N. S. W. 1884.
9. Wilhelm Haacke, Pseudorhiza Haeckelii, spec. nov., der Endspross des Discomedusenstammes. Biol. Centralblatt. IV. Bd. Erlangen, 1884.

Erklärung der Abbildungen.

Taf. XXXV.

Charybdea Rastonii.

Sämtliche Figuren nach konserviertem Material.

Fig. 1. Die ganze Meduse, erwachsen, in natürlicher Größe, mit kontrahierten Tentakeln. Bei lebenden, im Wasser schwimmenden Exemplaren ist die Organisation nicht so deutlich zu erkennen wie hier; vielmehr sieht man an solchen kaum mehr als die blaß rosa gefärbten Tentakeln und Phacellen.

Fig. 2. Umriß eines interradialen Gonadenpaares von einem erwachsenen Individuum, vergrößert.

Fig. 3. Ein perradialer Quadrant des Velariums von einem erwachsenen Exemplare, vergrößert. In der Mitte, wo die die Velarmuskeln andeutende Strichelung fehlt, scheint das Frenulum durch. An den Seiten sind Querschnitte von Tentakelpedalien. Velarkanäle und rhombische Querschnitte durch die Pedalkanäle durch schematisches Rosa hervorgehoben.

Fig. 4. Phacellen von jugendlichen Exemplaren, vergrößert. a. Von einem halbwüchsigen Exemplare, bei welchem für einzelne Filamentgruppen schon Stiele aus der Kante der Pylorusklappe hervorgewachsen sind. b. Von einem sehr jungen Exemplare und mit der zugehörigen Pylorusklappe, aus deren gewulsteter, granulierter Kante sich die Gastralfilamente noch einzeln erheben.

Fig. 5. a. Teil der Exumbrella eines erwachsenen Exemplares, natürliche Größe, um die Verteilung der Nesselwarzen zu zeigen. b. Periston und Mundöffnung eines erwachsenen Exemplares, natürliche Größe, von unten gesehen. Das Peristom zeigt die Anordnung seiner kleinen Gallertleisten.

Fig. 6. Sinneskolben eines in Chromsäure gehärteten und in

Alkohol konservierten erwachsenen Exemplares, vergrößert. Links unten der Otolithensack, rechts die beiden unpaaren Augen. Die paarigen Augen sind verschwunden.

Fig. 7. Optischer Medianschnitt durch den Sinneskolben eines mit Chromsäure, Alkohol und Glycerin behandelten Exemplares, vergrößert. Links die beiden unpaaren Augen, rechts der Otolithensack. Jedes Auge zeigt außen eine Cornea, dahinter eine peripherisch aus feinen konzentrischen Lamellen, zentral aus zelligen Elementen zusammengesetzte Linse, welche unmittelbar von einem Retinabecher umschlossen wird. Der Retinabecher ist zweischichtig mit der Linse zugekehrter Pigmentschicht. Der Stiel des Sinneskolbens und die Augen, namentlich der Retinabecher, halbschematisch, das Übrige ganzschematisch.

Fig. 8. Sinneskolben von einem ganz jungen Exemplare, a. schwach vergrößert mit ungekürztem Stiel, b. stärker vergrößert mit abgeschnittenem Stiel. Der links befindliche Otolithensack liegt noch nicht subterminal, sondern vollständig abaxial. Dagegen liegt das größere unpaare Auge hier vollständig terminal. Retinabecher und Linse des kleineren unpaaren Auges scheinen hier nicht so durch wie bei erwachsenen Exemplaren, auch sind die paarigen Augen noch vorhanden.

Fig. 9. Endstück des Sinneskolbens von einem halbwüchsigen Exemplare, vergrößert; rechts der Otolithensack, links die Augen. Die Lage des Otolithensackes und der unpaaren Augen steht in der Mitte zwischen derjenigen bei ganz jungen (Fig. 8) und der bei erwachsenen Exemplaren (Fig. 6). Bei dem kleineren unpaaren Auge scheint die Linse schon durch, aber der Retinabecher ist von außen noch unvollständig sichtbar. Die paarigen Augen sind noch vorhanden.

Fig. 10. a. Optischer Medianschnitt durch den Sinneskolben eines ganz jungen Exemplares, den Fig. 8 von außen zeigt. Die Linsen der unpaaren Augen, die hier noch durch den bei erwachsenen Exemplaren resorbierten Glaskörper vom Retinabecher getrennt werden, erweisen sich noch durch äußere Gestalt und die gegenseitige Anordnung ihrer beiden Schichten als Einstülpungsprodukte von außen. Augen und Stiel halb-, das Übrige ganzschematisch. b. Optischer Medianschnitt durch Glaskörper und Linse des kleinen unpaaren Auges des in Fig. 8 abgebildeten Sinneskolbens eines ganz jungen Exemplares, stärker vergrößert als in Fig. 10 a. c. Zwei benachbarte paarige Augen eines ganz jungen Individuums, vergrößert, halbschematisch.

Fig. 11. a. Ganz junges Individuum mit Stielkanal und ausgestreckten Tentakeln, schwach vergrößert. b. Aboraler Teil der Notumbrella eines ganz jungen Individuums mit Stielkanal, vergrößert. Das Entoderm ist durch schematisches Rosa hervorgehoben.

Fig. 12. Distalende eines Tentakels von einem ganz jungen Exemplare, vergrößert. Die ringförmigen Nesselpolster sind oben und unten größer als in der Mitte, wo sie abwechselnd größer und kleiner sind.

Fig. 13. Ein junges Exemplar von oben gesehen, natürliche Größe.

Fig. 14. Sinnesnische mit dem Sinneskolben, der dreilappigen Sinnesschuppe und einigen benachbarten Nesselwarzen, vergrößert. Rechts sind Querschnitte durch Notumbrella, Coelumbrella und Velarium sichtbar. Das durch schematisches Rosa hervorgehobene Entoderm schimmert vorne etwas durch. Die Augen liegen an der abgewandten (axialen) Seite des Sinneskolbens.

Fig. 15. Querschnitt durch die Umbrella einer erwachsenen Meduse. Innen die Coelumbrella, außen die Notumbrella mit ihren charakteristischen Furchen, zwischen beiden die Gonaden.

Taf. XXXVI.

Cyanea Muellerianthe.

Sämtliche Figuren nach konserviertem Material. Entoderm durch schematisches Rot sichtbar gemacht.

Fig. 1. Habitusbild der Meduse. Drei Mundgardinen und die Tentakeln der beiden mittleren oberen Oktanten sind abgeschnitten; die Tentakeln der beiden seitlichen oberen Oktanten fehlen bis auf die distale Reihe kleinster Tentakeln. Innerhalb der schwach ausgestülpten Gonaden schimmern die Basen der Gastralfilamente durch. Das Entoderm schimmert besonders an der dünnen Peripherie der Randlappen durch.

Fig. 2. Ein perradialer Oktant einer erwachsenen Meduse, von unten gesehen, vergrößert. Tentakeln und Mundgardine entfernt.

Fig. 3. Gallerte der Notumbrella eines halbierten Schirmes einer erwachsenen Meduse, von unten gesehen, in natürlicher Größe.

Fig. 4. Halbe Ansicht der Exumbrella eines halbwüchsigen Exemplares mit abnormer Randlappenbildung, zweimal vergrößert. In der Mitte Nesselwarzen, verbunden durch und umgeben von Nesselleisten, beide bei der erwachsenen Meduse verschwunden. In den Randlappen schimmern die Taschen und Astkanäle durch.

Taf. XXXVII.

Monorhiza Haeckelii.

Sämtliche Figuren mit Ausnahme von Fig. 8 u. 9 nach konserviertem Material. Durch das in den farbigen Figuren mit Ausnahme von Fig. 8 schematische Rot ist das Entoderm hervorgehoben.

Fig. 1. Halbwüchsige Meduse in natürlicher Größe, von unten gesehen mit umgeschlagenem oberen Schirmrande. Nur der rechte perradiale Quadrant (das Paramer des Terminalknopfes) ist vollständig. Sein linker Mundarm trägt den Terminalknopf, der dem rechten und sämtlichen übrigen (in der Figur nicht dargestellten) Mundarmen fehlt. In dem linken und dem oberen Quadranten sind außer den Mundarmen, um die Gonaden zu zeigen, auch die Mundpfeiler fortgelassen.

Fig. 2. Kurze Strecke eines Zentripetalkanales mit Lamellenstück und einem Teil der oberflächlichen subumbralen Schirmgallerte, um die Anordnung und Verzweigung der Lamellenkanäle zu zeigen; vergrößert.

Fig. 3. Sekundärer Zweig eines Mundarmes mit Spermarien; vergrößert.

Fig. 4. Ein bilaterales Spermarium mit Spermasäckchen, von einem Mundarme; vergrößert.

Fig. 5. Abnorme Distalhälfte eines Terminalknopfes.

Fig. 6. 11-Zentimeterlarve mit nur 4 Sinneskolben, von unten gesehen; vergrößert. An dem der Fig. 1 entsprechend orientierten Terminalknopfarm ist die erste Anlage des Terminalknopfes zu erkennen.

Fig. 7. Exumbrella einer 11-Zentimeterlarve mit ihren Nesselknöpfen; vergrößert.

Fig. 8. Habitus- und Farbenskizze, einer jungen Meduse, in natürlicher Größe, n. d. Leben.

Fig. 9. Ansicht der Exumbrella einer ermatteten jungen Meduse, bei der die perradialen Sinneszentren in der Entwickelung zurückgeblieben sind. Die inneren Organe der Meduse schimmern durch. In natürlicher Größe, n. d. Leben.

Über Eocidaris Keyserlingi Gein.

Von

Dr. Karl Kolesch.

Hierzu Tafel XXXVIII.

Wie anderwärts in Deutschland gliedert sich auch in Ostthüringen die Zechsteinstufe in 3 Abteilungen (unteren, mittleren und oberen Zechstein), die ihrerseits wiederum in mehrere, sowohl petrographisch, wie paläontologisch verschiedene Horizonte zerfallen. Läßt man das nur dürftig entwickelte Zechsteinconglomerat und den wenig mächtigen Kupferschiefer unberücksichtigt, so kann man im unteren und ebenso im mittleren Zechstein nach Liebe 3 verschiedene Facies unterscheiden, nämlich eine Flachsee-, Riff- und Tiefseebildung [1]); den oberen Zechstein trennt man in eine untere Letten-, bezw. Salzthon- und Gypsabtheilung, den Plattendolomit und den oberen Letten.

Die Gesteine des unteren Zechsteins als Tiefseeablagerung sind magnesiahaltige Kalke von sehr feinem Korne und einer meist dunklen (grauschwarzen bis blaugrauen) Farbe; als Riffbildung ungeschichtete, bezüglich teilweise geschichtete, braungraue oder gelbliche, krystallinische Dolomite mit senkrecht stehenden Bryozoen und zahlreichen, unregelmäßigen Höhlungen; als Flachseesediment endlich magnesiareiche, gelblichgraue bis braune Kalke und analog gefärbte, ziemlich grobkörnige, deutlich geschichtete Dolomite. Mit Rücksicht auf die Petrefakten unterscheiden sich die Tief-

---

[1]) K. Th. Liebe. Übersicht über den Schichtenaufbau Ostthüringens. Abhandl. z. geolog. Spezialkarte von Preußen und den Thüringischen Staaten. Bd. V., Heft 4.

„Tiefsee" ist hier ungefähr in dem Sinne gebraucht, wie Fuchs diesen Begriff definiert hat.

(N. Jahrb. f. Min. 1883, 2. Beilageband.)" p. 497.

und Flachseefacies des unteren Zechsteins dadurch, daß in der ersteren die Brachiopoden vorherrschen und die Bivalven zurücktreten, während der Flachseeniederschlag das umgekehrte Verhältnis zeigt.

Der mittlere Zechstein der Tiefsee ist ein krystallinischer, vorwiegend grauer Dolomit, welcher viel Ähnlichkeit mit der gleichalterigen, grobkörnigen, gelbgrauen bis braungelben Flachseeablagerung hat; „das Riffgestein des mittleren Zechsteins ist mit dem des unteren untrennbar verbunden und von genau derselben Beschaffenheit."

Unterer wie mittlerer Zechstein sind relativ versteinerungsreich: Brachiopoden, Bivalven und Bryozoen finden sich vielerorts in einer geradezu erstaunlichen Menge, weniger häufig sind Gastropoden, Foraminiferen, Spongien, Korallen und Echinodermen. Der obere Zechstein enthält außer undeutlichen Tangresten nur einen kleinen Schizodus und die schon im mittleren Zechstein auftretende Liebea Hausmanni.

Zu den seltensten und auch zu den am wenigsten bekannten tierischen Resten gehören die Echinidenbruchstücke aus dem Bryozoendolomit und aus den dunklen Kalken des unteren Zechsteins, die Stacheln und Interambulacralplatten des Eocidaris Keyserlingi Gein.

Da aus der ersten Beschreibung dieses Fossils von Geinitz[1]) hervorgeht, daß dem genannten Autor bei der Untersuchung nur relativ wenig Reste vorgelegen haben, und da auch die spätere Bearbeitung von King[2]) und Desor[3]) wesentliche Lücken erkennen läßt, so scheint eine sorgfältigere Prüfung eines reichhaltigen Materials gerechtfertigt.

Ich habe mich bei meinen Untersuchungen bemüht, alle aus dem ostthüringischen Zechstein stammenden Handstücke, welche in verschiedenen Lokalsammlungen zertreut sind, zu erlangen, um den Übelstand, welcher in Folge unvollständiger Erhaltung des Eocidaris Keyserlingi sich geltend macht, durch möglichst zahlreiche Vergleichsobjekte, wenn auch nicht beseitigen, so doch wenigstens abschwächen zu können. Bei dieser Gelegenheit erfülle

---

[1]) Dr. H. B. Geinitz. Deutsche Zechsteinformation, 1848. Dr. H. B. Geinitz. Dyas oder die Zechsteinformation und das Rotliegende (Heft 1), 1861.

[2]) William King. A monograph of the Permian fossils of England, 1850.

[3]) E. Desor. Synopsis des échinides fossils, 1858.

ich die angenehme Pflicht, den Herren Prof. Kalkowsky und Dr. Regel in Jena, dem Herrn G. Fischer in Pößneck, sowie den Herren Hofrat Prof. Liebe, R. Eisel und Dr. Zimmermann in Gera meinen herzlichsten Dank für das mir zur Verfügung gestellte Material auszusprechen.

Im ganzen wurden 26 Kronen- und 62 Stachelreste untersucht; die dem Bryozoendolomit angehörigen Eocidarisbruchstücke sind sämtlich in der sogenannten Sandgrube an dem Südabhange der Altenburg bei Pößneck gefunden worden, die Reste aus dem dunklen Kalke des unteren Zechsteins in der Nähe der Ortschaften Corbussen, Dorna, Roschitz, Röbsen, Trebnitz und Zschippach unweit Gera.

Meine Hauptaufgabe war, folgende Fragen zu erörtern:

1) Sind die in den dunklen Kalken des unteren Zechsteins und die im Bryozoendolomit vorkommenden Eocidarisreste gleich oder verschieden und muß die eventuelle Verschiedenheit als eine spezifische oder als eine individuelle aufgefaßt werden?
2) Gehört Eocidaris Keyserlingi seiner zoologischen Stellung nach zu den Palechiniden oder Euechiniden?

Bevor ich mich mit diesen beiden Punkten beschäftige, halte ich es für angebracht, die morphologischen Verhältnisse des Eocidaris Keyserlingi, soweit dieselben nicht bei Beantwortung obiger Fragen in Betracht kommen, zu besprechen.

1) Morphologische Verhältnisse des Eocidaris Keyserlingi.

Zunächst sei darauf hingewiesen, daß ein vollständig erhaltener Eocidaris, bei dem die regelmäßig abwechselnden Ambulacral- und Interambulacralfelder an der einen Seite das Scheitelschild, an der anderen die Mundlücke berühren, weder den Herren, welche vor mir sich mit diesem Gegenstande beschäftigt haben, noch mir vorgelegen hat. Die zahlreichen Schalenbruchstücke zeigen vielmehr gewöhnlich nur 2 Reihen von Interambulacralplatten; Ambulacralplatten, Scheitelschild und Peristom fehlen vollkommen. Trotzdem läßt sich doch die Form unseres Echiniden construieren, sobald man die gegenseitige Lage der einzelnen Interambulacralasseln berücksichtigt. Die aus dem Bryozoendolomit stammenden Reste von Interambulacralfeldern zeigen nämlich an einer Stelle und zwar ungefähr an der Stelle, wo sich die breiteste und höchste

Interambulacralassel befindet, eine ganz intensive Krümmung; da sich nun von der betreffenden Platte aus nach der einen Seite hin verhältnismäßig viele, in der großen Mehrzahl kleine und nahezu in einer Ebene gelegene Interambulacralasseln anordnen, während nach der anderen höchstens eine Platte constatiert werden kann, so glaube ich annehmen zu dürfen, daß der Eocidaris Keyserlingi nach oben hin zugespitzt, an der Unterseite aber entweder flach (Fig. 1) oder etwas abgerundet war (Fig. 2).

Daß diese Krümmungsverhältnisse nur an den im Riffgestein sich findenden Eocidarisresten, nicht aber an den Schalenbruchstücken aus dem dunklen Kalke des unteren Zechsteins hervortreten, ist auf die genetische Verschiedenheit der beiden Sedimente zurückzuführen: die dunklen Kalke des unteren Zechsteins sind durch gewöhnliche Ablagerung schlammiger Gesteinsmassen auf dem Grund des alten Zechsteinmeeres entstanden, der Bryozoendolomit aber wurde in ungewöhnlicher Weise unter Vermittelung von Moostierchen, zwischen deren Gerüsten die mikroskopisch feinen Dolomitkörperchen sich niederschlugen, gebildet. In dem ersteren Falle erlitten die Eocidariten von Seiten der einsinkenden Gesteinsmassen einen verhältnismäßig starken Druck, büßten infolgedessen ihre ursprüngliche Gestalt ein und liegen daher in fossilem Zustande stets flach auf dem Gestein auf, an den Seiten fast immer von etwas Sediment bedeckt, von dem sie sich durch Präparation nicht entfernen lassen; in dem letzteren Falle waren sie durch die verzweigten Bryozoen wesentlich gegen die Schwere der Dolomitkryställchen geschützt und konnten daher ihre Form bewahren.

Die Größe des Eocidaris Keyserlingi läßt sich bei der wechselnden Höhe und Breite der größten Interambulacralplatte (siehe Kap. Wachstumszustände) durch eine einzige Zahl oder durch Vergleichung mit einem einzigen bekannten Gegenstande nicht angeben. Die kleinsten Individuen werden einer kleinen Erbse, die größten einer Haselnuß an die Seite zu stellen sein.

Die Gestalt der Interambulacralplatten, welche für die Bestimmung der zoologischen Stellung des Eocidaris Keyserlingi von hervorragendem Werte ist, gedenke ich in dem letzten Kapitel, die Größe der einzelnen Täfelchen im nächsten Abschnitte zu behandeln. Nur der Anzahl der auftretenden Asseln möchte ich hier Erwähnung thun, um eine von Geinitz ausgesprochene Meinung zu berichtigen. Geinitz sagt, daß in einer Längsreihe wenigstens 6 Platten liegen; allerdings zählt man höchstens 6, trotzdem aber müssen bei einzelnen Exemplaren mindestens 7

vorhanden gewesen sein, da ich Schalenbruchstücke gefunden habe, deren beide Asselreihen aus je 6 Täfelchen bestanden, bei welchen jedoch in der einen Reihe die auf die größte Platte nach unten zu folgende, verhältnismäßig hohe und breite Assel zur Hälfte frei lag; diese Thatsache zwingt zu der Annahme, daß in der anderen Reihe ein Täfelchen abgebrochen ist, die Reihe also im ganzen 7 Platten besaß.

Auf einer Interambulacralassel erhebt sich inmitten einer glatten, etwas vertieften, rundlichovalen Fläche, dem Warzenhofe, eine Stachelwarze, deren Hals abgestumpft kegelförmig ist und entsprechend der gekerbten Stachelpfanne einen gestrahlten Oberrand besitzt. Der Warzenkopf ist nach Geinitz halbkugelig und deutlich durchbohrt. Letzteres ist richtig, das erstere aber zu unbestimmt, da sich bei sorgfältiger Präparation und bei Anwendung schiefer Beleuchtung mit Hilfe des Mikroskops nachweisen läßt, daß die Warzenköpfe aus einem Cylinder bestehen, auf welchem ein abgestumpfter Kegel sitzt (Fig. 3). Ich kann nicht behaupten, daß die Kanten, welche durch die Kombination der genannten 2 Körper entstehen, ganz scharf hervortreten, vielmehr muß ich zugeben, daß eine, allerdings nur geringe Abrundung zu bemerken ist; trotzdem aber wird man den Warzenkopf noch nicht halbkugelig nennen können, besonders da der Cylinder in vielen Fällen ziemlich hoch ist (siehe Kap. Wachstumszustände).

Mit Rücksicht auf die Körnchenwarzen, welche die Warzenhöfe einschließen, sagt Geinitz: „Eine Körnerreihe, die einen jeden Gelenkring umgiebt, wird an der Seite, wo 2 Täfelchen einer Längsreihe zusammenstoßen, meist etwas unterbrochen, während an der Seite noch einige gleich große, sowie mehrere kleinere Körner zur Entwickelung gelangen[1].“ Die bezeichnete Unterbrechung läßt sich überall constatieren, die angegebene Zahl der Wärzchen aber findet sich nur bei wenig Exemplaren, an der überwiegenden Mehrzahl der Schalenbruchstücke treten sowohl nach der Mediansutur, als auch nach der Seite der Ambulacralfelder hin entweder mehr oder weniger Körnchenwarzen auf, als Geinitz annimmt (Näheres siehe Kap. Wachstumszustände).

Was endlich die Stacheln betrifft, so sind dieselben bis jetzt sowohl unrichtig beschrieben, wie unrichtig abgebildet worden. Die von King gegebene Zeichnung und Diagnose kommt hierbei

---

[1]) Dr. H. B. Geinitz. Dyas oder die Zechsteinformation und pas Rothliegende (Heft 1), 1861, p. 109.

nicht in Betracht, da dieser Autor Eocidaris Verneuiliana Des. und Eocidaris Keyserlingi Gein. unter Archaeocidaris Verneuiliana King zusammenfaßt, so daß man nicht weiß, welcher der beiden Species der beschriebene und abgebildete Stachel angehört. Wohl aber verdienen Geinitz und Desor beachtet zu werden, insbesondere jedoch der erstere, da derselbe eine ziemlich genaue Charakteristik der Stacheln giebt. Mit Geinitz stimme ich darin überein, daß auch ich die ungefähre Länge der größten Stacheln auf 10 mm. schätze; die kleinsten der von mir gemessenen Stacheln faßten 3 mm. Auch die allgemeine Form möchte ich im Anschluß an Geinitz „pfriemenförmig" nennen, allein der von genanntem Forscher ausgesprochenen Behauptung, daß die Stacheln, „in der Nähe ihrer Basis meist wenig verengt" seien, sehe ich mich veranlaßt, entgegenzutreten. Man kann nicht daran zweifeln, daß Geinitz mit den angeführten Worten eine geringe Einschnürung am Stachelhals gemeint hat; dieselbe existiert aber an den 43 von mir untersuchten Stacheln, resp. Stachelresten, bei welchen der untere Teil vollkommen sichtbar war, nur an einem einzigen Exemplare, ist aber auch hier kaum bemerkbar. Da ich alle Stacheln auf die von Geinitz erwähnte Eigentümlichkeit besonders geprüft habe, so glaube ich sagen zu können, daß die Verengung am Stachelhals nur ganz selten, nicht aber gewöhnlich auftritt. Übrigens zeichnet Geinitz nur bei einem der von ihm abgebildeten Stacheln eine schwache Einschnürung (Dyas, Taf. XX. Fig. 6), bei dem anderen fehlt dieselbe. Desor, welcher die Geinitz'sche Diagnose des Eocidaris Keyserlingi zu Grunde gelegt hat, übertreibt etwas, indem er einen Stachel mit stark verengtem Halse und bauchigem Körper darstellt.

Weiter nimmt Geinitz an, daß zwischen Stachelhals und Stachelkopf ein allmählicher Übergang vorhanden sei; thatsächlich gilt dies für die Hälfte der von mir untersuchten Stacheln (nämlich für 21 unter 43. Vergl. Fig. 6, 8, 9, 12, 17), bei den anderen 21 Exemplaren aber zeigt sich zwischen Stachelkopf und Stachelhals ein ziemlich scharfer Absatz, der zur Folge hat, daß bei diesen Stacheln der obere Teil des Kopfes gegenüber dem Stachelhals einen relativ großen Durchmesser besitzt (Fig. 5, 13, 14, 15 und 16). Auffallend ist hierbei, daß diese Eigentümlichkeit besonders häufig an den Stacheln aus den dunklen Kalken des unteren Zechsteins auftritt, indem nämlich von den 21 Exemplaren 17 dem genannten Gestein und nur 4 dem Bryozoendolomit angehören. Ein Stachel aus dem Bryozoendolomit endlich verhält sich

noch anders: hier ist der untere Teil des Stachelhalses gleichsam aufgeblasen, es befindet sich also zwischen Stachelkopf und Stachelhals eine Kugelzone (Fig. 7). Man könnte glauben, daß diese letztere durch eingelagerte Gesteinsmasse entstanden sei, indes ist dies undenkbar, da die longitudinalen Erhebungen und Vertiefungen, welche an dem ganzen oberen Teil des Stachels auftreten, sich bis an die untere Grenze der Kugelzone, also bis zum Stachelring erstrecken.

Außer der von Geinitz beschriebenen, hakentragenden und längsgestreiften Stachelart kommen sowohl im Bryozoendolomit, wie auch in den dunklen Kalken des unteren Zechsteins noch andere Stacheln vor, so daß in dem ersten Gestein insgesammt 3, in dem letzten 2 verschiedene Formen auftreten. Von der einen im Bryozoendolomit gefundenen Stachelart waren nur obere und mittlere Teile erhalten, so daß ich eine vollständige Beschreibung nicht geben kann, vielmehr mich darauf beschränken muß, zu sagen, daß diese Stacheln vollkommen glatt und nach oben allmählich zugespitzt sind (Fig. 4). Andere Stacheln zeigen an ihrem Körper feine, der Länge nach verlaufende Furchen und Erhebungen, welche sich bis zum Stachelring fortsetzen und diesen kerben (Fig. 5, 6, 8 und 9); verwendet man bei der Untersuchung ein Mikroskop mit abgeschraubter Stirnlinse und legt man dabei diese Stacheln so, daß ihre Längsachse in die Richtung der eintretenden Lichtstrahlen fällt, so erkennt man bei mehreren Exemplaren, daß sich die longitudinalen Erhebungen aus oblongen, zuweilen etwas abgerundeten oder unregelmäßigen Höckern zusammensetzen (Fig 8). Die dritte im Bryozoendolomit vorkommende Art besitzt neben den Längsfurchen und Längskämmen (letztere ebenfalls häufig senkrecht zur Längsachse gekerbt) noch unregelmäßig verteilte, nach oben gekehrte Haken (Fig. 7, 10 und 11), die in seltenen Fällen sekundäre Haken tragen (Fig. 11).

Der dunkle Kalk des unteren Zechsteins enthält nur die beiden zuletzt beschriebenen Stacheln (Fig. 12—17), von diesen aber besonders häufig die hakentragende Art (Fig. 15, 16, 17), welche im Bryozoendolomit relativ selten ist.

Alle Stacheln (ausgeschlossen sind die glatten, deren unterer Teil nicht erhalten ist) besitzen entsprechend dem gestrahlten Oberrand der Warze eine gekerbte Gelenkpfanne (Fig. 19).

Einen Unterschied zwischen Stacheln derselben Art, aber aus petrographisch verschiedenen Schichten habe ich nur bei der hakentragenden Form constatieren können, indem ich fand, daß bei den

Exemplaren aus den dunklen Kalken des unteren Zechsteins die Haken näher an den Stachelring heranreichen (Fig. 17), als bei den Stacheln aus dem Bryozoendolomit (Fig. 7).

Ehe ich die mikroskopische Struktur der Stacheln, wie sie sich im Dünnschliff zeigt, bespreche, möchte ich noch einige selten auftretende, äußerliche Abnormitäten erwähnen.

Mehrere Exemplare zeigten die Eigentümlichkeit, daß rings um den Stachelkörper ein erhöhter Ring verlief, (Fig. 14 und 15), über oder unter welchem sich zuweilen eine Einkerbung hinzog (Fig. 10); in letzterem Falle gewann man den Eindruck, als ob durch einen Einschnitt rings um den Stachel ein Teil der den Stachelkörper bildenden Masse emporgepreßt und dadurch der erhöhte Ring entstanden sei. Andere Stacheln besaßen nur eine ringförmige Einkerbung, ganz selten deren mehrere (Fig. 9 und 11). — Zwei Stacheln aus dem Bryozoendolomit deuteten darauf hin, daß der ganze Stachel von einer hellen Hülle umgeben war; diese letztere konnte naturgemäß nur dann hervortreten, sobald an irgend einer Stelle infolge einer Verletzung und Abtrennung der Schale der dunkler gefärbte Zentralstrang hervortrat (Fig. 11). — Durch eine briefliche Mitteilung des Herrn Hofrat Prof. Dr. Liebe in Gera erfuhr ich, daß in dem dunklen Zechsteinkalke von Moderwitz bei Neustadt a/Orla und in dem Bryozoendolomit an der langen Theure zwischen Neustadt a/Orla und Oppurg, sowie an der Altenburg bei Pößneck sich gabelnde Stacheln gefunden worden sind; leider hat mir kein Exemplar, welches diese Eigenschaft zeigt, bei der Untersuchung zur Verfügung gestanden, doch vermute ich, daß vielleicht durch ungewöhnliche Vergrößerung einer der nach oben gekehrten Haken eine scheinbare Stachelverzweigung bedingt gewesen ist.

Mikroskopische Struktur der Stacheln. Sämtliche Dünnschliffe, welche von Stacheln verschiedener Art angefertigt wurden, zeigten durchgehend, daß in der Mitte eines jeden Stachels ein Kanal verläuft, der entweder ganz oder teilweise von Kalkspatkrystallen ausgefüllt ist. Rings um diesen zentralen, stets hell gefärbten, aber impelluciden Teil ordnet sich eine Anzahl radiär gestellter Blätter, die ihrerseits aus oblongen, senkrecht übereinander liegenden, in radialer und tangentialer Richtung von innen nach außen an Größe zunehmenden Stücken bestehen; die Längsachse der Oblongen ist der Längsachse des Stachels parallel. Das äußerste, der Peripherie zunächst gelegene Oblongum ist überall verhältnismäßig groß, eine Erscheinung, mit deren Hilfe

sich vielleicht die Existenz, resp. das Fehlen der oben erwähnten Hülle erklären läßt, wenn man annimmt, daß der Zusammenhang zwischen diesen großen, peripherischen Oblongen und den nach innen gelegenen kleineren weniger fest war, als zwischen den letzteren selbst. An einzelnen Querschliffen konnten die erwähnten Radiärblätter bei freiem Zutritt des Lichtes nicht aufgefunden werden; dieselben traten vielmehr erst dann hervor, sobald man mit Blende arbeitete und zwar derart, daß gleichzeitig 2 Blendöffnungen unter das Objekt gebracht wurden. Von großem Interesse ist es, zu sehen, daß die Zahl der Radiärblätter stets ein Vielfaches von 3, nämlich 12 oder 18 ist (Fig. 18); Herr Dr. Semon in Jena hat nach einer mündlichen Mitteilung dieselben Verhältnisse auch an lebenden Echiniden gefunden, indem er nachwies, daß sämtliche Verzierungen der recenten Seeigelstacheln auf die Zahl 3 zurückgeführt werden können. — Zwischen Stacheln verschiedener Art oder aus abweichend petrographischen Schichten lassen sich auf Grund der Dünnschliffe keine Unterschiede feststellen.

Über die Beziehungen zwischen den verschiedenen Stachelarten, resp. Stachelgrößen und der Corona vermag ich etwas Positives nicht auszusprechen, da Stacheln und Kronen meist getrennt voneinander liegen. Nur in 2 Fällen befanden sich Stachelreste in unmittelbarster Nähe von Interambulacralplatten und zwar zeigten bei einem verhältnismäßig sehr großen Schalenbruchstück die benachbarten beiden Stacheln longitudinale Erhebungen und Vertiefungen, während in der Nähe eines anderen, relativ kleinen Interambulacralfeldes die Stacheln vollkommen glatt waren. Naturgemäß kann man sich auf Grund dieser beiden Ausnahmefälle eine bestimmte Ansicht über die fragliche Beziehung nicht bilden. Daß die verschiedenen Stachelarten verschiedenen Individuen angehört haben, glaube ich nicht, vielmehr vermute ich, daß alle an einem und demselben Eocidaris, nur an verschiedenen Stellen befestigt waren. Es ließe sich z. B. annehmen, daß die hakentragenden, längsgestreiften Stacheln in der Nähe des Mundes gestanden haben, daß die hakenfreien das Scheitelschild umgaben, und endlich, daß die ganz glatten, zweifelsohne sehr kleinen Stacheln zu den Körnchenwarzen gehörten; die verschieden großen Stacheln, welche innerhalb jeder Art auftreten, kann man auf die verschieden großen Interambulacralplatten verteilen, die großen Stacheln gehören den großen Asseln, die kleinen den kleinen Täfelchen an.

2. Wachstumszustände.

Bei Besprechung der Körnchenwarzen habe ich aus dem Geinitz'schen Werke „Dyas“ eine Stelle citiert, welche sich auf die Anzahl dieser Granulationen bezog. Schon dort wies ich kurz darauf hin, daß die von Geinitz ausgesprochene Ansicht nur eine beschränkte Gültigkeit habe, da ich feststellen konnte, daß mit Rücksicht auf die fraglichen Wärzchen bei Eocidaris Keyserlingi eine numerische Mannigfaltigkeit existiert, wie sie bei fossilen Echiniden vielleicht selten auftritt. Man findet nämlich, daß die verschiedenen Exemplare eine abweichend große Anzahl von Körnchenwarzen haben, daß aber die durch Vermehrung der Wärzchen bedingte Zunahme nicht eine plötzliche, sondern eine aufsteigend allmähliche ist. Dieser Umstand hat mich dazu veranlaßt, den Unterschied, welcher sich bei den ungleichzähligen Körnchen geltend macht, nicht als einen spezifischen, sondern als einen individuellen aufzufassen, d. h. die verschiedenen Exemplare als verschiedene Wachstumszustände, nicht aber als abweichende Arten zu betrachten.

Das erste Exemplar meiner Untersuchung, ein aus dem Bryozoendolomit von Pößneck stammendes, ziemlich großes Schalenbruchstück, war durch mechanische und vielleicht auch durch chemische Einflüsse stark verletzt, trotzdem aber hatten sich die Konturen der Warzenhöfe noch so deutlich erhalten, daß man an der Stelle der größten Interambulacralplatten zwischen je zwei Warzenhöfchen verschiedenreihiger Interambulacraltäfelchen einen ziemlich großen Zwischenraum (Mittelgürtel) konstatieren konnte. Zufälligerweise untersuchte ich nach diesem Exemplar einen Kronenrest, bei welchem ich außer einigen anderen, später zu erwähnenden Unterschieden fand, daß der Mittelgürtel relativ schmal war. Anfangs vermutete ich verschiedene Spezies vor mir zu haben, indes bald fand ich Interambulacralfelder, welche sich in der ungezwungensten Weise zwischen die beiden erwähnten Exemplare einfügen ließen, so daß ich schließlich 6 ganz allmählich aufeinander folgende Wachstumszustände festzustellen vermochte.

Wachstumszustand I. (Fig. 20). Jede Interambulacralplatte ist beiderseits, d. h. sowohl nach der Mediansutur, wie nach dem fehlenden Ambulacralfelde hin von einer einzigen Körnerreihe eingeschlossen; die Grenze zwischen je 2 Täfelchen ist nur an der Mediansutur und an den sich berührenden Höfchen, nicht aber an der von der Mediansutur abgewendeten Seite zu erkennen.

Wachstumszustand II (Fig. 21) unterscheidet sich von dem vorhergehenden Stadium dadurch, daß je 2 Platten an ihrer freien Seite durch eine Einkerbung voneinander geschieden sind, welche entweder nur zwischen wenigen (IIα) oder zwischen sämtlichen Täfelchen (IIβ) auftritt.

Wachstumszustand III hat mit Wachstumszustand II die seitliche Abgrenzung der Interambulacralplatten gemein, besitzt aber mehr Körnchenwarzen als dieses, da bei den hierher gehörigen Exemplaren an den größten Interambulacraltäfelchen nach innen, d. h. nach der Mediansutur hin, wie auch nach außen, d. h. nach der freien Seite zu mehrere kleinere Wärzchen auftreten (Fig. 22). Eine zweite vollständige Körnerreihe wird durch die hinzukommenden Wärzchen nicht gebildet, letztere sind vielmehr nach innen zu ganz unregelmäßig verteilt, während sie sich an der Außenseite nur an denjenigen Stellen vorfinden, wo 2 Asseln zusammenstoßen.

Bei den folgenden Wachstumsstadien, für welche die seitliche Begrenzung dieselbe wie bei dem Wachstumszustand III ist, werde ich nur die an der größten Interambulacralplatte auftretenden Verhältnisse schildern.

Wachstumszustand IV. Nach innen zu vermehren sich die Wärzchen derartig, daß 2 geschlossene Körnerreihen entstehen; die nach aussen hin auftretenden Wärzchen sind an der Berührungsstelle zweier Interambulacralplatten verhältnismäßig groß, nach der Medianlinie des Täfelchens werden sie kleiner, erreichen diese Linie aber nicht (Fig. 23).

Wachstumszustand V (Fig. 24). Ausser den beiden nach innen zu gelegenen Wärzchenkränzen treten nahe der Mediansutur noch mehrere kleinere Körnchen auf. Nach dem fehlenden Ambulacralfelde hin finden sich 2 geschlossene Körnerreihen, die äußere in der Nähe der Medianlinie mit relativ kleinen Wärzchen.

Wachstumszustand VI (Fig. 25) hat durchgehend gleichgroße Körnchenwarzen, und zwar außen 2, innen 3 geschlossene Ringe.

———

Diese für die größte Interambulacralplatte geltende Anordnung und Anzahl der Körnchenwarzen ist bei den kleineren Platten insofern eine andere, als hier stets weniger Wärzchen auftreten. Nicht nur nach oben, also nach dem Scheitelschilde zu, sondern auch nach unten nehmen die inneren wie die äußeren Körnchenwarzen ab (Wachstumsstadium I und II sind ausgeschlossen), so daß schließlich die kleinste obere Tafel bei sämtlichen Exemplaren der verschiedenen Wachstumszustände ein Höfchen mit beiderseits einreihigen Wärzchen besitzt. Nach unten zu läßt sich die Verminderung der Körnchenwarzen schwer constatieren, weil hier nächst der größten Interambulacralplatte höchstens nur noch ein Täfelchen vorhanden ist, die Abnahme der Wärzchen aber gewöhnlich erst dann deutlich zu sehen ist, wenn man mehr als 2 aufeinanderfolgende Platten miteinander vergleicht. Trotzdem habe ich doch bei mehreren Exemplaren gefunden, daß die Anzahl der inneren Körnchenwarzen bei der auf die größte Platte nach unten zu folgenden Assel geringer war als bei der ersteren; für die äußeren Wärzchen wird dasselbe gelten, wenigstens deutet die nach unten zu sich zeigende Abnahme der inneren Körnchen darauf hin, daß von der größten Interambulacralplatte aus nach oben und unten in dieser Beziehung analoge Verhältnisse obwalten.

Ich erachte es für eine Thatsache von großer Wichtigkeit, daß außer in der Anzahl der Körnchenwarzen die verschiedenen Wachstumsstadien auch in anderer Hinsicht wesentliche Unterschiede zeigen. Zunächst möchte ich hier darauf hinweisen, daß bei den ältesten Individuen die Mediansutur mehr und mehr an Deutlichkeit verliert, ja bei einem Exemplar des Wachstumsstadiums VI selbst bei der Untersuchung mit sehr scharfer Lupe nur noch an einzelnen Stellen als höchst feine Linie aufgefunden werden konnte (Fig. 27). Weiterhin ließ sich das interessante Faktum feststellen, daß an dem Warzenkopf, welcher bekanntlich aus einem Cylinder mit aufgesetztem, abgestumpften Kegel besteht, der Cylinder mit dem Alter des Individuums an Größe zunimmt, während der abgestumpfte Kegel eine hervortretende Veränderung nicht zeigt.

Endlich konnte noch eine auffallende Differenz in der Größe der einzelnen Wachstumszustände constatiert werden und zwar dadurch, daß die Breite und Höhe der größten Interambulacralplatten an den einzelnen Exemplaren gemessen und miteinander verglichen wurde.

		Breite	Höhe der größten Interambulacralplatten:
Wachstumszustand	I.	1,4 mm	0,8 mm
„	II.	1,9	1,2
		1,9	1,2 (u)[1]
„	III.	1,5	1,1
		2,1	1,2
		2,3	1,35
		2,6	1,7 (u)
„	IV.	3	1,8
		3	1,9 (u)
„	V.	3,4	1,8
„	IV.	4	2
		4,1	2,2

Läßt man Fall 1 des Wachstumszustandes III unberücksichtigt, so zeigt obige Tabelle, daß die Breite und Höhe der Interambulacralplatten von den jüngsten nach den ältesten Wachstumsstadien hin ganz allmählich zunimmt, ein Grund, weshalb man die durchschnittliche Größe eines Täfelchens nicht durch 2 Zahlen angeben kann.

Auch der Wachstumsquotient, d. h. die Zahl, welche man durch Division der Höhe einer Platte in deren Breite erhält, ist bei den einzelnen Wachstumszuständen verschieden und zwar derart, daß die einzelnen Quotienten eine aufsteigende Reihenfolge bilden, an deren unterster Stufe der Wachstumsquotient des Wachstumsstadiums I steht.

Wachstumsquotient	des	Wachstumszustandes	I:	0,175
„	„	„	II:	1,5833
„	„	„	III:	1,5866[2])
„	„	„	IV:	1,6227[2])
„	„	„	V:	1,8888
„	„	„	VI:	1,9318[2])

Eine Größenverschiedenheit zwischen den Exemplaren aus den dunklen Kalken des unteren Zechsteins (u) und denen des Bryozoendolomites habe ich nicht aufgefunden; bemerkenswert ist nur, daß in dem ersten Gestein das Wachstumsstadium VI nicht beobachtet wurde.

---

[1]) u bedeutet: Exemplar aus dem dunklen Kalke des unteren Zechsteins.

[2]) Den Wachstumsquotienten des Wachstumszustandes III, IV und VI habe ich als arithmetisches Mittel aus den einzelnen Quotienten angegeben.

3) Verschiedenheit der Formen in den dunklen Kalken des unteren Zechsteins und im Bryozoendolomit.

Bevor ich eine Entscheidung darüber abgebe, ob die Eocidarisreste aus dem dunklen Kalke des unteren Zechsteins und aus dem Bryozoendolomit verschiedenen Spezies angehören oder nicht, halte ich es für angebracht, die einzelnen Unterschiede, wie sie an den aus petrographisch abweichenden Schichten stammenden Bruchstücken auftreten, hier in ihrer Gesamtheit anzugeben:

1) Die völlig glatten Stacheln des Bryozoendolomites fehlen den dunklen Zechsteinkalken.
2) Die Stacheln mit scharfem Absatz zwischen Stachelkopf und Stachelhals und die hakentragenden Stacheln sind in dem Bryozoendolomit relativ selten. Stacheln mit unten aufgeblasenem Stachelhals konnten nur im Bryozoendolomit constatiert werden.
3) Bei der hakentragenden Stachelart aus dem dunklen Kalke des unteren Zechsteins reichen die nach oben gekehrten Haken weiter nach unten, also nach dem Stachelring hin, als bei denselben Stacheln aus dem Bryozoendolomit.
4) Wachstumsstadium VI wurde in dem dunklen Zechsteinkalke nicht beobachtet.

Da die Mehrzahl der hier angegebenen Punkte sich auf die Stacheln bezieht, letztere aber von den Systematikern (z. B. von Desor) zur Spezifizierung der Formen verwendet werden, so könnte man eventuell die in den dunklen Zechsteinkalken und die im Bryozoendolomit vorkommenden Eocidarisreste als 2 verwandte Arten auffassen. Indes bin ich nicht der Meinung, daß die Unterschiede so wesentlicher Natur sind, um auf dieselben eine Speciesdifferenz gründen zu können.

Mit Rücksicht auf den ersten Punkt möchte ich darauf hinweisen, daß trotz der großen Anzahl untersuchter Stachelreste des unteren Zechsteinkalkes (31 Exemplare) vielleicht doch die glatten Stacheln in dem betreffenden Gestein vorhanden sind, nur daß mir bei ihrer großen Seltenheit zufälligerweise kein Handstück, auf welchem sich die fragliche Stachelart befand, vorgelegen hat.

Die unter 2) und 3) genannten Unterschiede glaube ich auf die Verschiedenheit der Lebensbedingungen zurückführen zu können, indem ich geneigt bin, die abweichende Meerestiefe, in welcher sich dunkler Zechsteinkalk und Bryozoendolomit niederschlugen, resp. die verschiedene chemische Beschaffenheit der beiden Gesteine

als diejenigen Faktoren hinzustellen, welche modifizierend auf die Gestalt der Stacheln einzuwirken vermochten. Wenn auch der dunkle Zechsteinkalk in keiner eigentlichen Tiefsee abgesetzt wurde, so befand sich doch der Boden des Wasserbeckens tiefer unter der Wasseroberfläche als die Bryozoenkolonieen, von denen Liebe sagt, daß sie sich in bestimmter geringer Tiefe unter dem Meeresspiegel ansiedelten. Unter dieser Voraussetzung und bei der Annahme Liebe's, daß in Ostthüringen „seichte Meerestiefe eine Hauptbedingung der Dolomitbildung"[1]) gewesen ist, läßt sich der verschiedene Gehalt an kohlensaurer Magnesia bei den hier in Betracht kommenden Gesteinen (dunkler Zechsteinkalk 3—14 $^0/_0$[2]), Bryozoendolomit 25—32 $^0/_0$) sehr wohl begreifen. — Vielleicht dürfte auch die Korngröße des Sedimentes, welche in beiden Ablagerungen so abweichend ist, von einigem Einfluß auf die Form der Stacheln gewesen sein.

Was schließlich den letzten Punkt betrifft, so könnte man hier in derselben Weise wie oben (glatte Stacheln) vorgehen, außerdem aber dürfte noch der Umstand zu bedenken sein, daß eventuell das letzte Wachstumsstadium erst in verhältnismäßig später Zeit aufgetreten ist und daher in den dunklen Kalken des unteren Zechsteins fehlt. Der Bryozoendolomit gehört, wie bereits erwähnt, dem unteren wie dem mittleren, häufig aber nur dem mittleren unteren oder dem mittleren Zechstein an; die beiden Exemplare nun, welche das fragliche Wachstumsstadium zeigen, stammen von der Altenburg bei Pößneck und zwar aus einer Schicht des Vorriffgesteins, welche zeitlich vielleicht näher dem mittleren als dem unteren Zechstein steht, in der also die animalischen Reste eine höhere individuelle Entwickelung aufweisen können als in dem dunklen Kalke des unteren Zechsteins. Sicher läßt sich das Alter der fraglichen Schicht nicht angeben, da ein Teil des Vorriffgesteins am genannten Orte nach dem Gehalt an Spirifer undulatus Sow. dem unteren Zechstein angehört, ein anderer,

---

[1]) Th. Liebe, Das Zechsteinriff von Köstritz. Zeitschr. der Deutschen geol. Gesellschaft, 1857.

[2]) Da meine sämtlichen Exemplare des dunklen Zechsteinkalkes aus der Nähe von Gera stammen, so habe ich hier die Zahlen angeführt, welche Liebe in seinen Erläuterungen zur Sektion Gera giebt; nach der Erläuterung zur Sektion Neustadt und nach der Abhandlung „Seebedeckung Ostthüringens" beträgt der Gehalt an kohlensaurer Magnesia 8—18 $^0|_0$.

in loco nicht abzugrenzender Teil, welcher von dem unteren Letten des oberen Zechsteins überlagert wird, aber sicher zu dem mittleren Zechstein gestellt werden muß.

4) Systematische Stellung des Eocidaris Keyserlingi.

Eocidaris Keyserlingi ist von Geinitz, King, Desor und Zittel[1]) den Palechiniden (Desor's Tesselaten) untergeordnet worden, da die genannten Autoren glauben, daß ein Interambulacralfeld aus mehr als 2 Asselreihen bestehe. Meine Untersuchungen haben mich zu einem anderen Resultat geführt und zwar auf Grund folgender Thatsachen:

1) Weil stets nur 2, nie mehr Reihen von Interambulacralplatten vorhanden sind.
2) Da mathematische Berechnungen die bisherige Auffassung des Eocidaris Keyserlingi als Palechiniden nicht bestätigen.
3) Weil jede Platte fünfseitig und die seitliche Begrenzung eines Interambulacralfeldes zickzackförmig oder gekerbt ist.

1. Bei der Gleichmäßigkeit, welche sich an den einzelnen Interambulacralfeldern eines Echiniden geltend macht, kann und muß man voraussetzen, daß nicht nur nicht die Asseln einer und derselben Reihe, sondern auch die verschiedenen Reihen angehörigen Platten gleich fest miteinander verbunden waren. Sind nun wirklich mehr als 2 Asselreihen vorhanden gewesen, so läßt sich in erster Linie auch erwarten, daß diese mindestens dreireihigen Interambulacralfelder fossil vorkommen; von 26 untersuchten Schalenbruchstücken aber zeigte nicht ein einziges 3 Plattenreihen, vielmehr habe ich unter diesen 26 Exemplaren 21 Exemplare mit 2 Reihen, 2 Exemplare mit 2 zusammenhängenden Platten einer und derselben Interambulacralreihe und 3 Exemplare mit vollkommen isolierten Platten gefunden; 80°|₀ der untersuchten Eocidarisreste haben demnach zweireihige Interambulacralfelder, nicht ein einziger drei- oder mehrreihige.

2. Schließt man sich bei Beurteilung der systematischen Stellung des Eocidaris Keyserlingi Geinitz, King, Desor und Zittel an, giebt man also wirklich zu, daß ein Interambulacralfeld aus wenigstens 3 Asselreihen besteht, so muß man auch

[1]) Handbuch der Paläontologie, Bd. I.

mindestens das Fünfzehnfache der Breite einer Interambulacralplatte in den Umfang des Seeigels eintragen können; diese fünfzehnfache Asselbreite darf aber noch nicht einmal der angenommenen Seeigelperipherie gleichkommen, da doch die Ambulacralplatten vollständig unberücksichtigt gelassen sind, für diese also noch ein Teil des Umfanges restieren muß. — Von diesem Gedanken ausgehend, suchte ich die Peripherie des Eocidaris Keyserlingi an irgend einer Stelle, z. B. da, wo die Breite der Interambulacralplatten am größten ist, zu bestimmen. Anfangs glaubte ich mein Ziel durch direkte Messungen erreichen zu können, indem ich hoffte, aus 3 möglichst genau abgetragenen Sehnen, welche die Seiten eines Dreiecks bildeten, den Radius und aus diesem den Umfang des bezüglichen Kreises berechnen zu können. Bei dieser Methode erhielt ich aber durchgehend zu kleine Werte, indem z. B. bei einer Asselbreite von 2,3 mm. (in einem anderen Falle 3,7 mm) die Peripherie des Seeigels an der betreffenden Stelle 22,033 (bezw. 33,559) mm betrug. Die Ursache dieses Fehlers ist in der Kleinheit des Eocidaris Keyserlingi und in der dadurch bedingten Schwierigkeit, exakte Messungen auszuführen, zu suchen. Nichtsdestoweniger kann man doch aus obigen Zahlen ersehen, daß der Eocidaris Keyserlingi viel wahrscheinlicher ein Euechinide als ein Palechinide ist:

als Palechinide müßte der
Umfang 15·2,3 = 34,5 (resp. 15·3,7 = 55,5) mm,
als Euechinide müßte der
Umfang 10·2,3 = 23 (resp. 10·3,7 = 37) mm
betragen; thatsächlich ist
er auf 22,033 (resp. 33,559) mm
berechnet, mithin beträgt der Unterschied bei der Annahme, daß Eocidaris Keyserlingi den Palechiniden angehöre 12,467 (resp. 21,94), unter der Voraussetzung, daß er ein Euechinide
sei, aber nur 0,967 (resp. 3,441).

Da in beiden Fällen die Summe der Ambulacralplatten gleich, jedesmal aber außer acht gelassen ist, so kann man die Zahlen 12,467 und 0,967 (resp. 21,94 und 3,441) ohne weiteres zur Bestätigung der oben ausgesprochenen Ansicht, daß Eocidaris Keyserlingi wahrscheinlich unter die Euechiniden zu stellen ist, benutzen.

Größere Genauigkeit als durch die Methode der direkten Messungen erzielte ich dadurch, daß ich mit Hilfe des Skioptikons Teile des Eocidarisumfanges als Schattenbild auf eine weiße

Papierfläche projizierte und in den erhaltenen Kreisbogen 3 Sehnen zog, welche die Seiten eines Dreiecks bildeten. Das Interambulacralfeld wurde dabei so gestellt, daß die Mediansutur in die Medianebene des Skioptikons fiel; die Vergrößerung erhielt ich, indem eine in Millimeter geteilte Glasplatte genau über der an dem Interambulacralfelde erscheinenden Grenze zwischen Licht und Schatten eingeklemmt und dann durch Zirkel die Entfernung zweier Teilstriche auf der Papierfläche genau gemessen wurde. Aus den 3 Sehnen des Kreisbogens und aus der Stärke der Vergrößerung konnte ich dann durch Division 3 Werte bestimmen, welche zur Berechnung des Seeigelumfanges für den Ort führten, in welchem die Grenze zwischen Licht und Schatten verlief; da sich für denselben Ort auch die Größe einer Interambulacralplatte mittelst direkter Messungen als arithmetisches Mittel aus möglichst vielen Werten bestimmen ließ, so vermochte ich zu entscheiden, ob Eocidaris Keyserlingi 2 oder mehr Asselreihen in einem Interambulacralfelde führte.

In der angegebenen Weise wurde der Umfang des Eocidaris zwölfmal berechnet und zwar ergab sich:

Bei einer Asselbreite	der Umfang des	Unter der Voraussetzung, daß E. K. ein Palechinide sei, müßte der Umfang betragen:
„ von 2,3 mm	Eocidaris zu 23,615 mm	34,5 (=15·2,3) mm
„ 2,45 mm	„ 27,816 mm	36,75 mm
„ 3,54 mm	„ 32,56 * mm	53,10 mm
„ 3,69 mm	„ 40,185 mm	55,35 mm
„ 2,45 mm	„ 25,801 mm	36,75 mm
„ 2,5 mm	„ 27,509 mm	37,5 mm
„ 2,3 mm	„ 24,117 mm	34,5 mm
„ 2,45 mm	„ 26,225 mm	36,75 mm
„ 3,54 mm	„ 37,292 mm	53,10 mm
„ 3,69 mm	„ 35,337 * mm	55,35 mm
„ 2,45 mm	„ 29,073 mm	36,75 mm
„ 2,5 mm	„ 26,417 mm	37,5 mm

Da in 10 von den angeführten 12 Fällen der berechnete Umfang nur wenig größer ist als das Zehnfache einer Interambulacralplatte, wohl aber das Fünfzehnfache einer Asselbreite die Größe der bestimmten Peripherie um ein Bedeutendes übersteigt, so wird man annehmen müssen, daß Eocidaris Keyserlingi ein Euechinide ist. Selbst die beiden Fälle (*), in welchen der gefundene Umfang das Zehnfache einer Interambulacralplatte nicht erreicht, deuten mehr auf ein zweireihiges als auf ein dreireihige Interambulacralfeld.

Bis jetzt habe ich stets die Interambulacralassel statt als Bogen als Sehne angenommen und das Zehn- resp. Fünfzehnfache mit dem berechneten Seeigelumfang verglichen. Es ist dies ein kleiner Fehler, welcher sich dadurch beseitigen lassen wird, daß man die durch Messung erhaltene Asselbreite um 0,1 oder höchstens um 0,2 mm vermehrt und dann mit 10 multipliziert. Addiert man 0,1 mm zu jeder der 12 Asselbreiten, so befinden sich unter den 10 günstigen Fällen immer noch 9, bei welchen die berechnete Peripherie größer ist als das Zehnfache einer Asselbreite; addiert man aber 0,2 mm, so sind nur noch 4 Peripherieen größer als das Zehnfache einer Assel, während die übrigen 6 diesem Zehnfachen nahezu gleichkommen. Diese 6 Fälle kann man den 2 ungünstigen Fällen (*) an die Seite stellen und sie als Faktoren betrachten, welche zwar keinen bestimmten Aufschluß über die systematische Stellung des Eocidaris Keyserlingi geben, die aber doch entschieden darauf hinweisen, daß unser Seeigel den Euechiniden angehört.

Ich erkenne an, daß die Methode, welche ich zur Feststellung der Euechinidennatur des Eocidaris Keyserlingi eingeschlagen habe, nicht einwandfrei ist: man könnte mich darauf aufmerksam machen, daß analog Dorocidaris eventuell auch bei Eocidaris Keyserlingi zwischen je 2 Interambulacralfeldern eine Einsenkung vorhanden ist, so daß die Krümmung eines Interambulacralfeldes in der Nähe der Ambulacralplatten eine intensivere als entfernt von diesen ist und daß daher mein berechneter Umfang zu klein sei. Zugegeben, daß diese supponierte Einsenkung thatsächlich existiert, so glaube ich doch nicht, daß dieselbe so wesentlich ist, um beträchtliche Störungen in der Berechnung verursachen zu können. Wäre sie wirklich von großem Belang, dann müßten alle oder wenigstens die überwiegende Mehrzahl der berechneten Peripherieen kleiner sein als das Zehnfache einer Asselbreite, nicht aber dürften 83% der untersuchten Exemplare das umgekehrte Verhalten zeigen. — Im übrigen wird der Einwand dadurch bedeutend abgeschwächt, daß ich in 6 Fällen die größte Sehne nicht zwischen 2 möglichst entfernten Punkten gezogen habe, sondern ungefähr zwischen 2 Punkten, welche unterhalb zweier Stachelwarzen, also entfernt von der vorausgesetzten intensiven Krümmung in der Nähe der Ambulacralfelder lagen.

Im Anschluß an diese Erörterungen möchte ich darauf hinweisen, daß die Größe der Ambulacralplatten auf Grund obiger Rechnungen mit Bestimmtheit nicht angegeben werden kann und zwar deshalb, da erstens vielleicht doch die erwähnte Einsenkung

existiert und daher der Umfang etwas zu klein berechnet ist, zweitens aber auch, weil sich für Exemplare mit gleicher Asselbreite (z. B. 2,45 mm) die Breite einer Ambulacralplatte ganz verschieden berechnet (0,0301 mm, 0,0625 mm, 0,3573 mm): der Eocidaris Keyserlingi ist zu klein, als daß man mit Hilfe des Skioptikons und mathematischer Berechnungen so minutiöse Größen wie die Ambulacralplatten genau bestimmen könnte.

3. Der Grund, warum Geinitz, King und Desor in einem Interambulacralfeld mehr als 2 Asselreihen vermuten, ist in der Gestalt der Interambulacralplatten zu suchen. Geinitz sagt, daß „sehr deutlich sechsseitige Asseln“ vorhanden seien, indes seine Figuren (Dyas. Taf. XX, Fig. 7, 8 u. 9) entsprechen dieser Beschreibung nicht. Konsequenter ist Desor, der analog seiner Diagnose von Eocidaris Keyserlingi scharf begrenzte, hexagonale Platten abbildet. King endlich meint, daß die Asseln subhexagonal, also nahezu sechsseitig seien und daß man daher Eocidaris Keyserlingi den Palechiniden unterordnen müsse. Ich habe durchgängig gefunden, daß die Interambulacralplatten und zwar alle Interambulacralplatten pentagonal sind und daß infolgedessen keine dritte oder vierte Interambulacraltafelreihe vorhanden gewesen sein kann. Schon Quenstedt macht in seiner Petrefaktenkunde Deutschlands, Bd. III darauf aufmerksam, daß man nach den Geinitz'schen Abbildungen „bloß 2 Reihen von Asseln in einem breiten Felde vermuten sollte“, doch ermahnt er gleichzeitig zur Vorsicht, indem er rät, „bei so kleinen Dingen mit seinem Urteile zurückzuhalten, bis mehr zum Vorschein kommt.“ — Durch die sorgfältigsten Untersuchungen zahlreicher Schalenbruchstücke mit Hilfe verschieden starker Lupen habe ich nun erkannt, daß die Interambulacralasseln von Eocidaris ganz genau den Interambulacralplatten anderer Euechiniden, z. B. denjenigen der Cidariten gleichen, da sie nach der Mediansutur hin einen scharfen Winkel, nach dem Ambulacralfelde zu aber fast immer (nicht durchgehend) eine Ausbuchtung zeigen; letztere aber ist so gering, daß man nicht von subhexagonalen Platten zu sprechen berechtigt ist, vielmehr die Platten rein pentagonal nennen muß. Da alle Asseln, bei welchen überhaupt die von der Mediansutur abgewendete Seite vollkommen erhalten und sichtbar ist, diese Gestalt besitzen, so muß man den Eocidaris Keyserlingi als Euechiniden auffassen.

Sollten die bis jetzt über die systematische Stellung gegebenen Erörterungen noch nicht genügen, die Euechinidennatur des Eoci-

diars Keyserlingi endgültig zu beweisen, dann wird die seitliche Begrenzung zweier Interambulacralplattenreihen geeignet sein, jegliche Zweifel zu entfernen. Bei den 12 aus dem Bryozoenriff stammenden Exemplaren konnte ich mit Ausnahme eines einzigen Schalenbruchstückes constatieren, daß jede Platte zweier zusammengehörigen Interambulacralplattenreihen nach außen von einer Zickzacklinie begrenzt war, daß sich also die häufig auftretende, nach dem fehlenden Ambulacralfelde hin gerichtete Ausbuchtung aus kleinen, geraden Linien zusammensetzte. Da diese Begrenzung auf beiden Seiten der 2 fraglichen Interambulacralplattenreihen sich zeigt, so kann man unmöglich annehmen, daß an die beiden vorhandenen Asselreihen eine dritte, vierte u. s. w. Interambulacralplattenreihe angefügt war, vielmehr muß man behaupten, daß überhaupt nur 2 Reihen existiert haben. — Bei den jüngeren Wachstumszuständen ist diese zickzackartige Begrenzung sehr deutlich zu erkennen (Fig. 26), bei den älteren Individuen dagegen verwischt sie sich mehr und mehr, indem die scharfen ausspringenden Winkel allmählich verschwinden und nur noch aneinander gereihte kleine Kreisbogen übrig bleiben (Fig. 27). — Da bei anderen Euechiniden, z. B. bei den Cidariten genau dieselbe seitliche Begrenzung zu finden ist und da ferner hier zwischen je 2 kleine Kreisbogen, resp. ausspringende Winkel, also in die einspringenden Winkel sich Ambulacralplatten mit ihrem ausspringenden Winkel einfügen, so sehe ich mich veranlaßt, dieselben Verhältnisse auf Eocidaris anzuwenden und auch hier anzunehmen, daß die an jüngeren Wachstumszuständen erscheinende Zickzacklinie, bezüglich die Einkerbung an den älteren Wachstumsstadien nur durch die Anreihung des Ambulacralfeldes an das zweireihige Interambulacralfeld entstanden ist. Ist dies der Fall, so muß man durchschnittlich auf eine der größten Interambulacralplatten 5—6, auf die kleineren 3—4 Ambulacralplatten rechnen.

Von den 12 Schalenbruchstücken aus dem dunklen Kalke des unteren Zechsteins zeigte nur ein einziges Exemplar die beschriebene Begrenzung, in den übrigen 11 Fällen waren die beiden Seiten des Interambulacralfeldes durch das Sediment bedeckt und daher nicht sichtbar. Die Erklärung dieses Umstandes liegt in der genetischen Verschiedenheit des dunklen Kalkes und des Bryozoendolomits.

Es ist noch nötig zu erwähnen, daß die zickzackartige oder die aus dieser hervorgehende seitliche Begrenzung nur bei wenigen Exemplaren an sämtlichen Interambulacralplatten auftrat; letzteres

ist auch durchaus nicht erforderlich, da schon 2 in verschiedenen Reihen liegende Asseln genügen (Fig. 27), um daraus einen Schluß auf die ganze Reihe machen zu können und zu behaupten, daß alle verletzten oder vom Sediment bedeckten Platten genau ebenso gestaltet waren, wie die beiden vollkommen sichtbaren.

Aus der seitlichen Begrenzung zweier zusammengehörigen Interambulacralreihen folgt also, daß ein Interambulacralfeld nur aus 2 Asselreihen besteht. Weil nun die in einem Ambulacralfeld liegende Anzahl von Ambulacralreihen bei keinem Seeigel größer als 2 ist, so ergiebt sich daraus, daß Eocidaris Keyserlingi 20 Asselreihen hatte, d. h. daß er ein Euechinide und kein Palechinide ist.

Dieser scheinbar unbedeutende Satz erlangt dadurch eine prinzipielle Wichtigkeit, als er die gegenwärtige Anschauung, nach welcher die normalen Seeigel, d. h. die Euechiniden zuerst in der Trias auftreten, verwirft und dafür deren Erscheinen in die Dyas verlegt.

Innerhalb der Euechiniden muß der Eocidaris Keyserlingi entweder den regulären oder den irregulären Euechiniden untergeordnet werden. Da die Erfahrungen der Geologie lehren, daß die irregulären Seeigel erst in den jüngeren Formationen auftreten, so könnte man a priori behaupten, daß unser dyasischer Echinide zu den regulären Seeigeln gehört. Indes derartige Erfahrungssätze wie der obige dürfen einer praktischen Untersuchung nicht zu Grunde gelegt werden, da doch die Möglichkeit denkbar ist, daß durch irgend welche Beobachtung die scheinbar sicher begründete Anschauung eine gewisse Modifikation erleiden kann. — Bei der unvollkommenen Erhaltung läßt sich naturgemäß die Frage, ob der Eocidaris Keyserlingi zu den regulären oder irregulären Seeigeln zu stellen ist, nicht direkt beantworten, vielmehr ist nur das Gefüge zwischen den einzelnen Interambulacralplatten, die Richtung, in welcher die letzteren miteinander verbunden sind, geeignet über die Regularität oder Irregularität zu entscheiden. Ich habe gefunden, daß an allen denjenigen Schalenbruchstücken, welche in einer Interambulacralreihe im Minimum 3, im Maximum 6 Platten hatten, diese letzteren in meridionalen Reihen angeordnet waren; da 18 Exemplare dieses Verhalten zeigten und diese 18 Exemplare erstens aus verschiedenen Schichten (dunkle Kalke des unteren Zechsteins und Bryozoendolomit) stammten, zweitens aber auch vermutlich nicht gleichen Interambulacralfeldern, z. B. nicht

durchgehend dem an der Madreporenplatte gelegenen Felde angehört haben, so kann man daraus schließen, daß der Eocidaris Keyserlingi ein regulärer Seeigel ist.

Über die genaue systematische Stellung wage ich kein endgültiges Urteil abzugeben, da bei dem Fehlen der Ambulacralplatten, des Scheitelschildes und des Peristoms die zur Bestimmung notwendigen Charaktere nicht festgestellt werden können. Zwar deuten die breiten, mit 2 Reihen großer Stachelwarzen besetzten Interambulacralfelder auf die Cidariten hin, allein diese einzige Eigentümlichkeit ist nach meiner Meinung noch nicht genügend, um Eocidaris bestimmt als Cidariten bezeichnen zu können. Zu der Gattung Cidaris kann Eocidaris nicht gehören, da Cidaris oben wie unten abgeplattet, Eocidaris aber nach oben zugespitzt ist.

Wie Desor wende auch ich mich gegen King, welcher Eocidaris Keyserlingi und Eocidaris Verneuiliana vereinigt; die radiären Vertiefungen, welche sich an der Warzenbasis von Eocidaris Verneuiliana befinden, charakterisieren den letzteren als besondere Spezies, selbst wenn man mit Desor annimmt, daß diese Furchen vielleicht erst das Produkt der Abrindung (le produit de la décortication) gewesen sind. Zwar würde bei dieser Auffassung der spezifische Wert der radiären Vertiefungen nur ein untergeordneter sein, trotzdem aber dürfte man Eocidaris Keyserlingi und Eocidaris Verneuiliana noch nicht mit einander vereinigen, da mir von Eocidaris Keyserlingi Exemplare vorgelegen haben, welche chemisch wie mechanisch sehr stark beeinflußt waren, die aber doch an der Warzenbasis keine Furchen zeigten. — Der stark granulierte interambulacrale Mittelgürtel, welcher nach Desor Eocidaris Verneuiliana von Eocidaris Keyserlingi unterscheiden soll, kann nach meiner Meinung nicht als Speziesmerkmal gelten, da auch bei einzelnen Individuen von Eocidaris Keyserlingi der Raum zwischen 2 größten Asseln verschiedener Interambulacralreihen sehr breit und mit zahlreichen Wärzchen besetzt ist.

Schluss.

Zusammenfassung der Hauptresultate.

1. Eocidaris Keyserlingi ist im Gegensatz zu den echten Cidariten oben zugespitzt.
2. Im ganzen finden sich 3 verschiedene Stachelformen:
   a) Glatte, nach oben allmählich zugespitzte Stacheln.
   b) Stacheln mit longitudinalen Erhebungen und Vertiefungen.
   c) Stacheln mit longitudinalen Erhebungen und Vertiefungen und nach oben gekehrten Haken.
3. Die einzelnen Exemplare des Eocidaris Keyserlingi sind nicht gleich, vielmehr unterscheiden sie sich:
   a) durch die Anzahl der Körnchenwarzen.
   b) durch die größere oder geringere Deutlichkeit der Mediansutur.
   c) durch die abweichende Gestalt des Warzenkopfes.
   d) durch die Größe der Platten.
4. Die zwischen den Eocidarisresten des Bryozoendolomites und denen des dunklen unteren Zechsteinkalkes auftretenden Verschiedenheiten sind nicht als spezifische, sondern als individuelle aufzufassen.
5. Eocidaris Keyserlingi ist kein Palechinide, sondern ein Euechinide
   a) da stets nur 2 Reihen von Interambulacralplatten vorhanden sind.
   b) da mathematische Berechnungen auf eine Zusammensetzung aus 20 Plattenreihen hindeuten.
   c) da sämtliche Platten pentagonal sind und die seitliche Begrenzungslinie der Interambulacralfelder eine zickzackförmige oder gekerbte ist.

Zum Schluß spreche ich noch den Herren Prof. Ernst Kalkowsky und Dr. Johannes Walther meinen verbindlichsten Dank für die freundliche Unterstützung aus, welche sie mir während der Arbeit zu teil werden ließen.

Erklärung der Abbildungen.

Sämtliche Stacheln sind achtfach vergrößert; Fig 4—11 stellen Stacheln aus dem Bryozoendolomit, Fig. 12—17 Stacheln aus dem dunklen Kalke des unteren Zechsteins dar.

Fig. 1. Gestalt des Eocidaris Keyserlingi: oben zugespitzt, unten flach; oder

Fig. 2. Oben zugespitzt, unten abgerundet.

Fig. 3. Durchbohrter Warzenkopf, bestehend aus einem Cylinder und einem abgestumpften Kegel.

Fig. 4. Glatter, nach oben allmählich zugespitzter Stachelrest.

Fig. 5. Stachelrest mit longitudinalen Erhebungen und Vertiefungen. Stachelring und Stachelpfanne gekerbt. Scharfer Absatz zwischen Stachelkopf und Stachelhals.

Fig. 6. Vollständiger Stachel mit Längsfurchen und Längserhebungen. Stachelring gekerbt, Stachelpfanne glatt (sekundär). Allmählicher Übergang zwischen Stachelkopf und Stachelhals.

Fig. 7. Vollständiger Stachel mit Längsfurchen und Längserhebungen und nach oben gekehrten, bis in die Mitte des Stachelkörpers reichenden Haken. Stachelring gekerbt; Stachelpfanne andeutungsweise gekerbt. Der unterste Teil des Stachelhalses ist aufgeblasen.

Fig. 8. Stachelrest mit longitudinalen Erhebungen und Vertiefungen; erstere aus unregelmäßigen, hintereinanderliegenden Höckern zusammengesetzt. Stachelring gekerbt, Stachelpfanne glatt (sekundär). Der Übergang zwischen Stachelkopf und Stachelhals ist ein allmählicher.

Fig. 9. Stachelrest mit Längsfurchen und Längserhebungen und 2 ringförmigen Einschnitten. Stachelring und Stachelpfanne gekerbt. Übergang zwischen Stachelkopf und Stachelhals ein allmählicher.

Fig. 10. Stachelrest mit Längsfurchen und Längserhebungen und nach oben gekehrten Haken. Der hakenfreie Teil hat in der Mitte eine ringförmige Vertiefung, über welcher sich ein Körnerring hinzieht.

Fig. 11. Stachelrest mit Längsfurchen und Längserhebungen und nach oben gekehrten Haken; einer dieser Haken trägt einen Zweigdorn. Der obere Stachelteil ist relativ hell und mit einer Schale bedeckt; der untere, dunkler gefärbte hat 2 ringförmige Vertiefungen, von denen jedoch nur die eine vollständig kreisförmig geschlossen ist.

Fig. 12. Vollständiger Stachel mit Längsfurchen und Längserhebungen; letztere aus oblongen Stücken bestehend. Stachelring und Stachelpfanne gekerbt. Allmählicher Übergang zwischen Stachelkopf und Stachelhals.

Fig. 13. Vollständiger Stachel mit Längsfurchen und Längserhebungen. Stachelring und Stachelpfanne gekerbt. Scharfer Absatz zwischen Stachelkopf und Stachelhals.

Fig. 14. Stachelrest mit longitudinalen Erhebungen und Vertiefungen und 3 Körnerringen. Stachelring gekerbt, Stachelpfanne fehlt. Scharfer Absatz zwischen Stachelkopf und Stachelhals.

Fig. 15. Stachelrest mit longitudinalen Erhebungen und Vertiefungen, nach oben gekehrten Haken und einem Körnerring. Stachelring und Stachelpfanne gekerbt. Scharfer Absatz zwischen Stachelkopf und Stachelhals.

Fig. 16. Stachelrest mit longitudinalen Erhebungen und Vertiefungen und nach oben gekehrten, ziemlich weit nach unten reichenden Haken; die Längserhebungen setzen sich aus oblongen Stücken zusammen. Stachelring gekerbt, Stachelpfanne glatt (sekundär). Scharfer Absatz zwischen Stachelkopf und Stachelhals.

Fig. 17. Vollständiger Stachel mit Längsfurchen und Längserhebungen und nach oben gekehrten, sehr weit nach unten reichenden Haken. Stachelpfanne und Stachelring gekerbt. Allmählicher Übergang zwischen Stachelkopf und Stachelhals, oberer Durchmesser des Stachelkopfes aber verhältnismäßig groß.

Fig. 18. Quadrant eines Stachelquerschliffes. In der Mitte befindet sich ein hell gefärbter Zentralstrang, um welchen sich 12 aus oblongen Stücken bestehende Radiärblätter anordnen. Die Oblongen nehmen in radialer und tangentialer Richtung von innen nach außen hin an Größe zu; das äußerste Oblongum ist relativ groß.

Fig. 19. Stachelkopf mit gekerbter Stachelpfanne.

Fig. 20. Wachstumsstadium I. Bei sämtlichen Interambulacralplatten ist der Warzenhof beiderseits von einem einzigen Körnerring umgeben. Die seitliche Begrenzungslinie ist eine zickzackförmige. Die Grenze zwischen je 2 Platten läßt sich an der von der Mediansutur abgewendeten Seite nicht erkennen.

Fig. 21. Wachstumsstadium II. Die Anordnung der Körnchenwarzen ist dieselbe wie bei Wachstumszustand I. Die zickzackförmige Begrenzungslinie verwischt sich etwas. 2 Platten sind an ihrer freien Seite durch eine Einkerbung getrennt.

Fig. 22. Wachstumsstadium III. Nach der Mediansutur sowohl, wie nach der freien Seite hin treten neben dem einen Körnerring

mehrere kleinere Wärzchen auf. An der Außenseite finden sie sich nur da vor, wo zwei Asseln zusammenstoßen. An Stelle der zickzackförmigen Begrenzungslinie ist eine gekerbte Begrenzungslinie getreten.

Fig. 23. Wachstumsstadium IV. Nach der Mediansutur hin erscheinen 2 geschlossene Ringe; nach außen treten neben dem vollständigen Körnerring ziemlich viele, an der Berührungsstelle zweier Platten verhätnismäßig große Wärzchen auf, die aber keinen geschlossenen Warzenkranz bilden.

Fig. 24. Wachstumsstadium V. Neben den beiden geschlossenen inneren Körnerringen treten in der Nähe der Mediansutur noch mehrere kleinere Wärzchen auf. Außen finden sich 2 geschlossene Ringe, der äußerste Ring besteht an der Berührungsstelle zweier Platten aus großen Warzen.

Fig. 25. Wachstumsstadium VI. Innen erscheinen 3, außen 2 geschlossene Warzenkränze.

Fig. 26. Schalenbruchstück aus dem Bryozoendolomit. Wachstumsstadium I. Achtfache Vergrößerung.

Fig. 27. Schalenbruchstück aus dem Bryozoendolomit. Wachstumsstadium VI. Die Mediansutur ist nur noch an einzelnen Stellen als sehr feine Linie zu erkennen. Achtfache Vergrößerung.

Frommannsche Buchdruckerei (Hermann Pohle) in Jena.

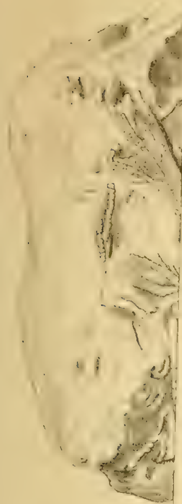


Fig. 7.



Fig. 11.



P. Wagner ...

...ith.

Fig. 1a.

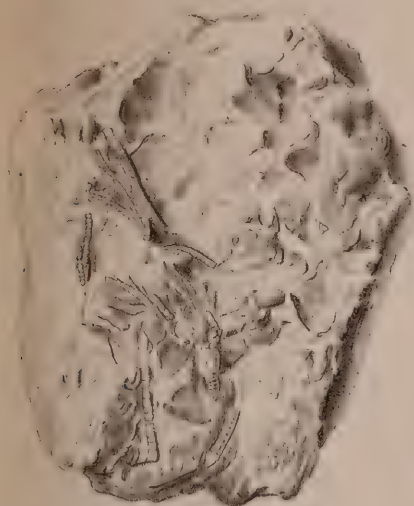


Fig. 2



Fig. 3.



Fig. 4.



Fig. 5



Fig. 6



Fig. 1b

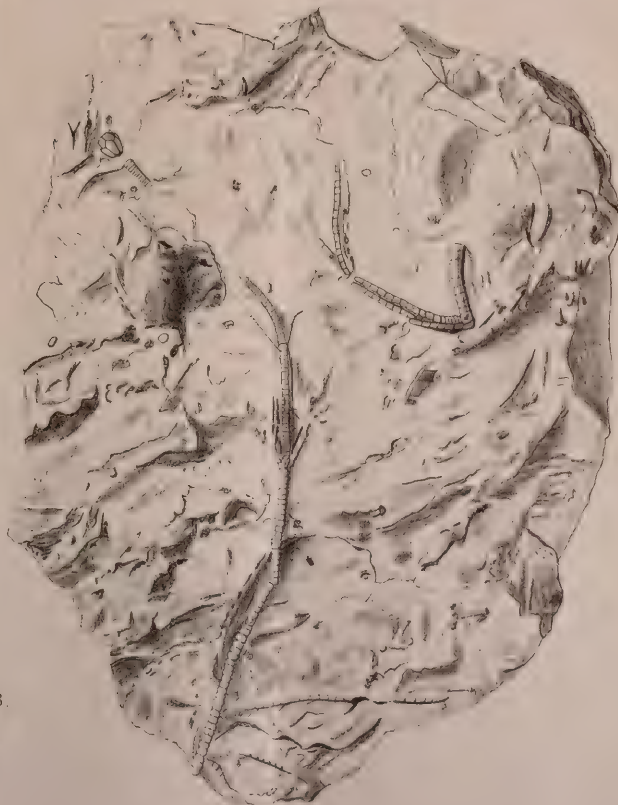


Fig. 8.



Fig. 7.



Fig. 9.

Fig. 10.



Fig. 11.



Fig. 12.



Fig. 13.



Verl. v. Gustav Fischer i. Jena. A. Giltsch, Lith.

Fig. 1

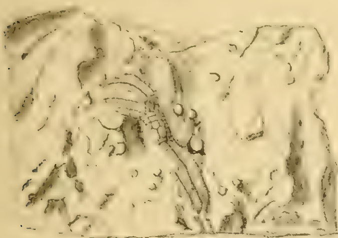


Fig. 3



Fig. 2

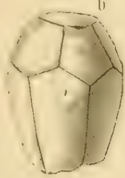


Fig. 4



Fig. 5.



Fig. 6

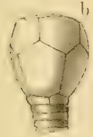


Fig. 7.

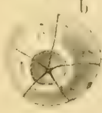


Fig. 8.



Fig. 10



Fig. 9



Fig. 11



Fig. 12.



Fig. 14





Fig. 13.



Fig. 15.







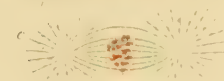
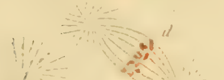










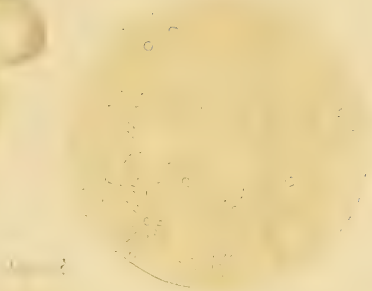









Fig. 5.



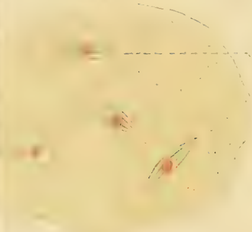


Fig. 18.

Fig. 20a









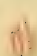












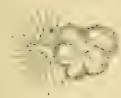










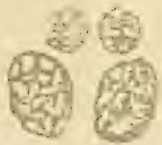










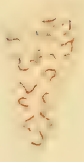










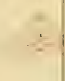




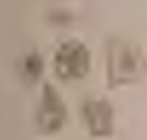




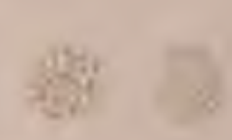














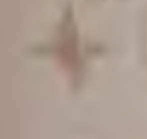






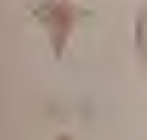


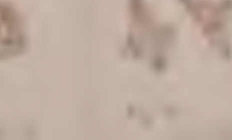
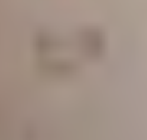










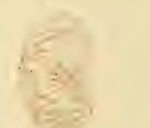
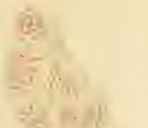




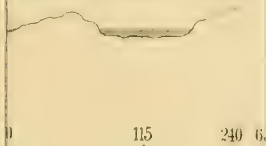






.Je



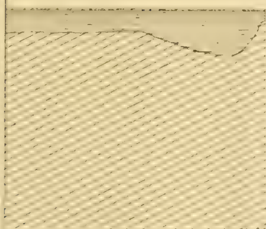
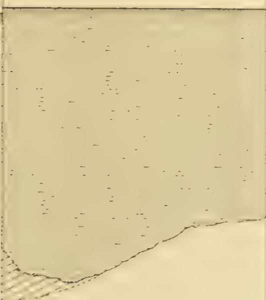


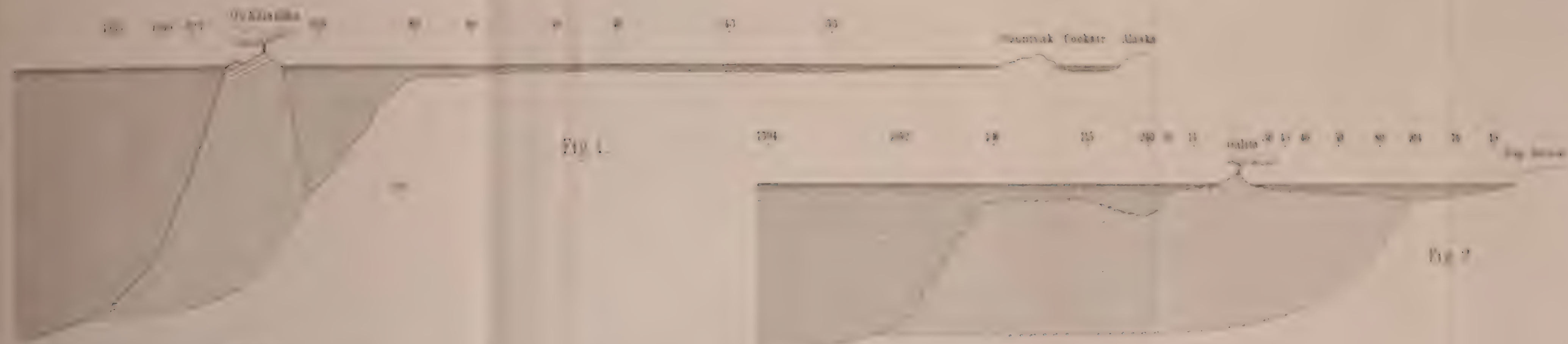


Fig. 3

337 290 28



J.Wal







Gustav Fischer

Jen

17 12 15 7

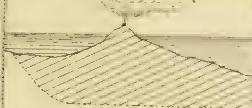
Fig. 1.

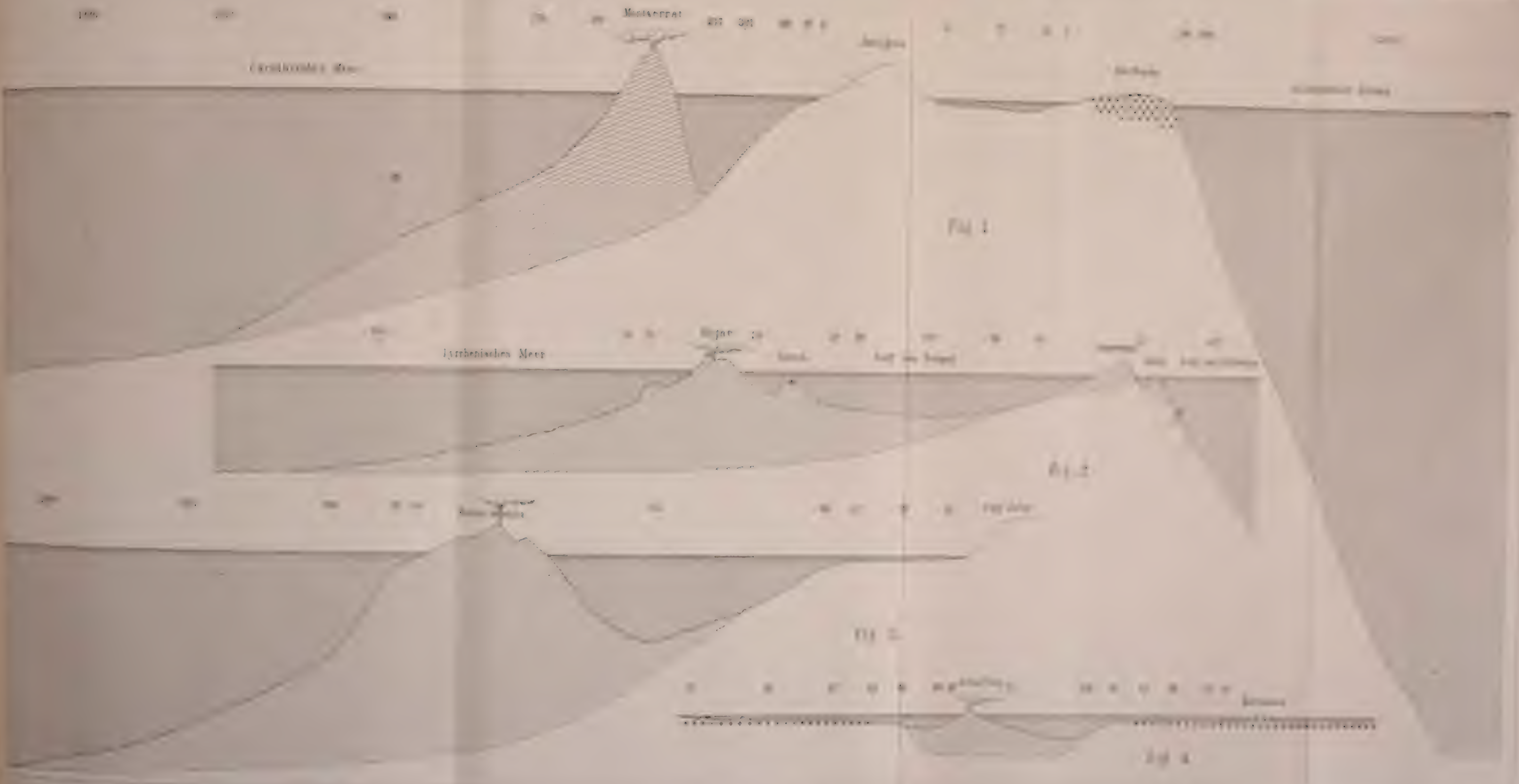
127 96 67

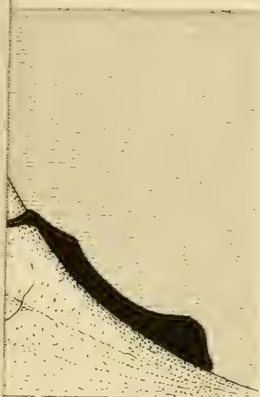
on Neapel

F

0 13 Cap Juby




Montserrat
Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.



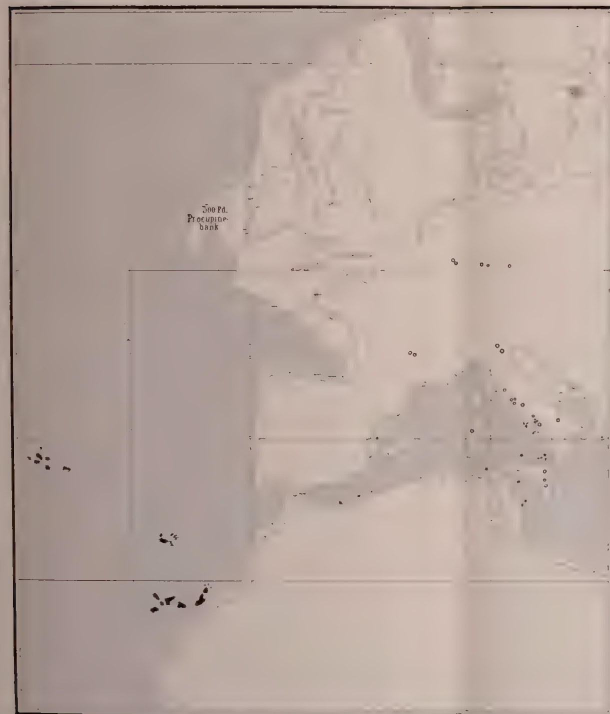
Wallriff.

erbrochen du
des Wallriffes

Gustav Fisc

Lith. Anst. v. A. Giltsch, Jena

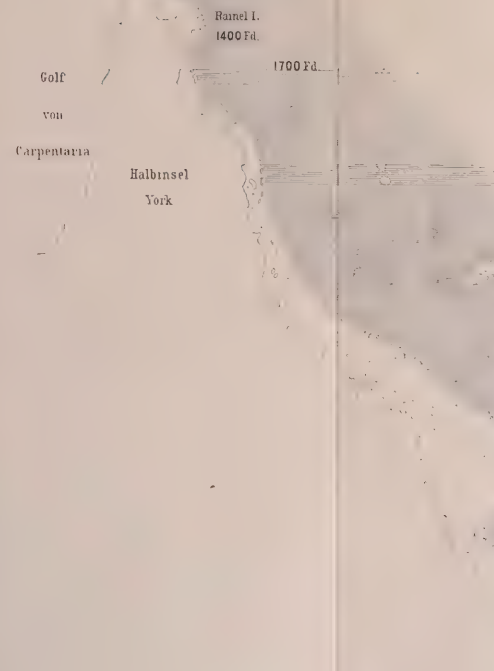
Fig. 1.



Kontinent- und Festlandsgrenzen von Westeuropa.

Grenzen des Festlandes ···· Hundertfadenlinie oder Grenze des Kontinentes
• Vulcane des Meeres • Vulcane des Festlandes.

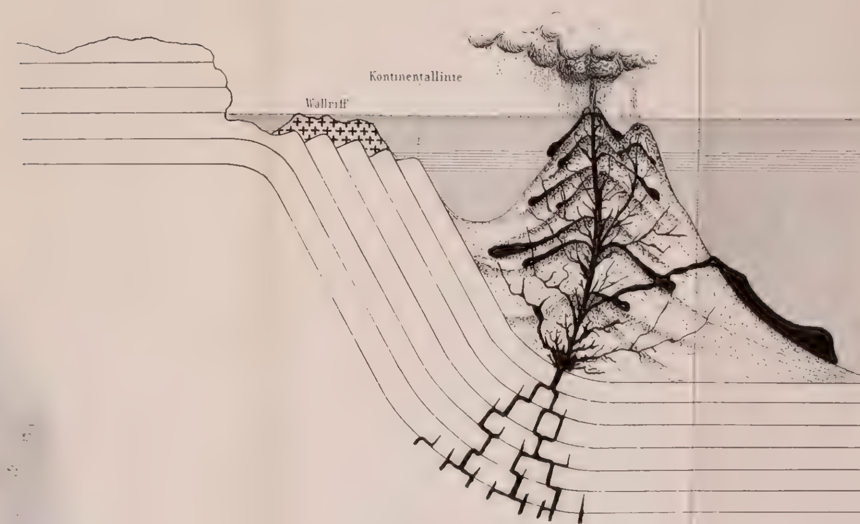
Fig. 2.



Das ostaustralische Wallriff.

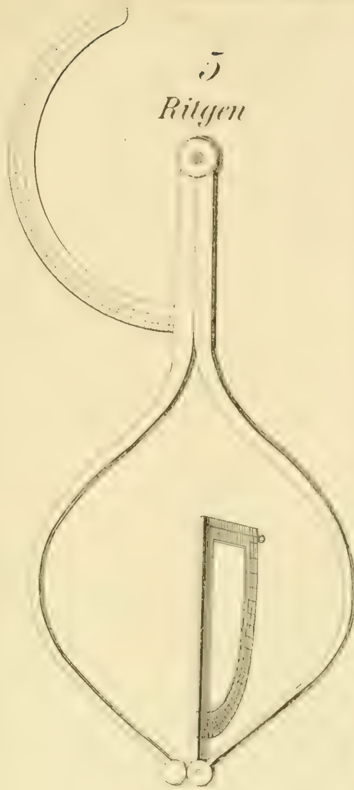
······ Hundertfadenlinie (unterbrochen durch die äussere Grenze des Wallriffes.)

Fig. 3.

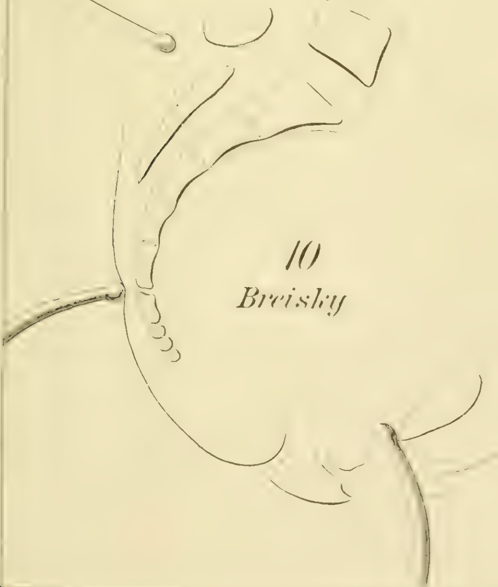


Schematisches Profil einer Flexurenküste mit Wallriff auf der Kontinentalstufe und Küstenvulkan jenseits der Kontinentallinie.

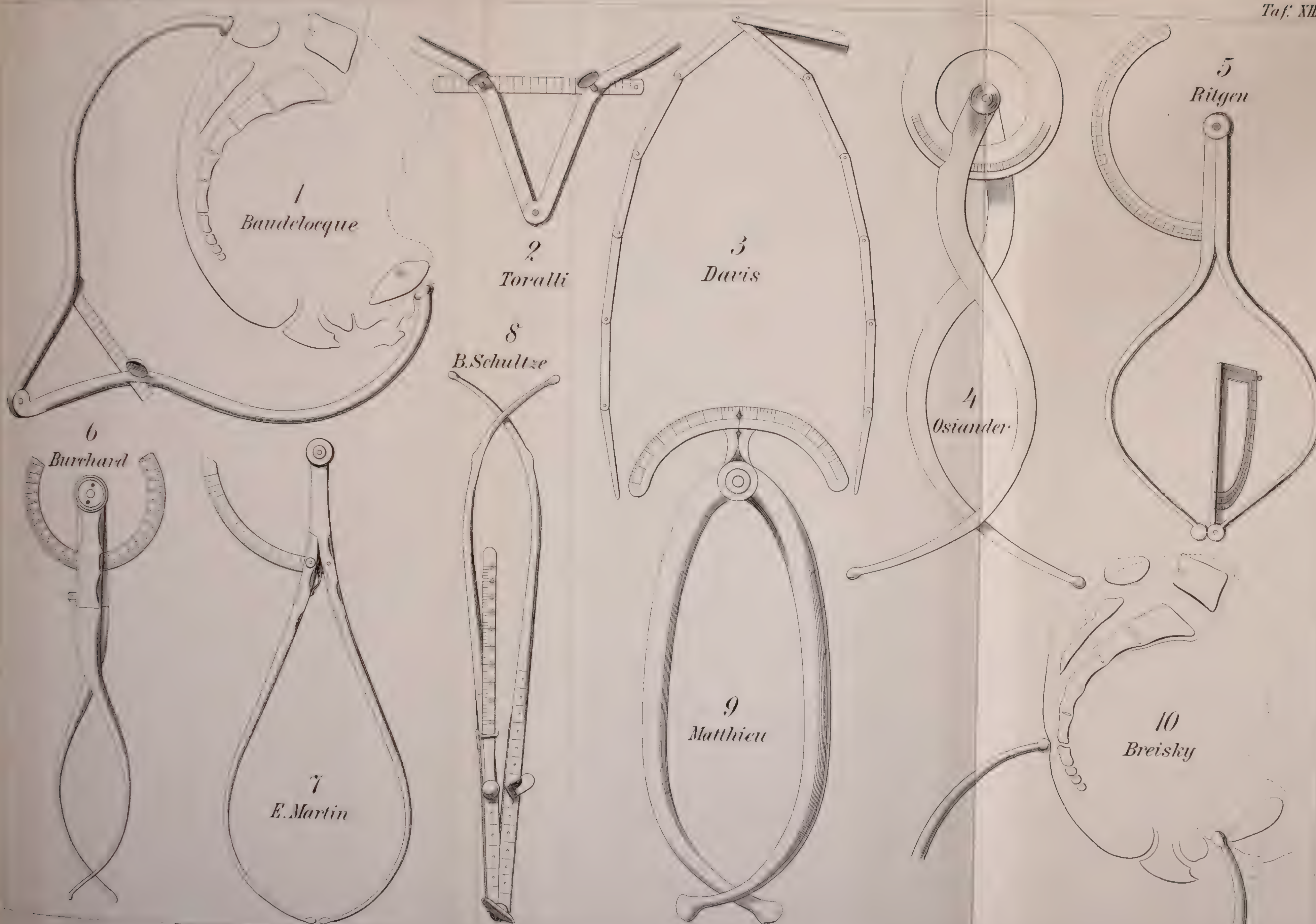
Verl. v. Gustav Fischer, Jena. Lith. Anst. v. A. Giltsch, Jena.



der



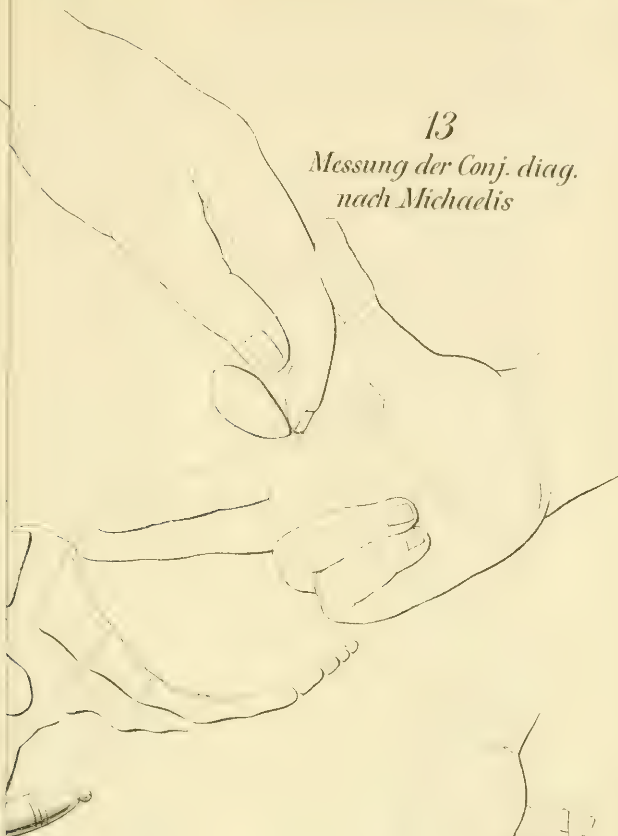
Lith. Anst v.



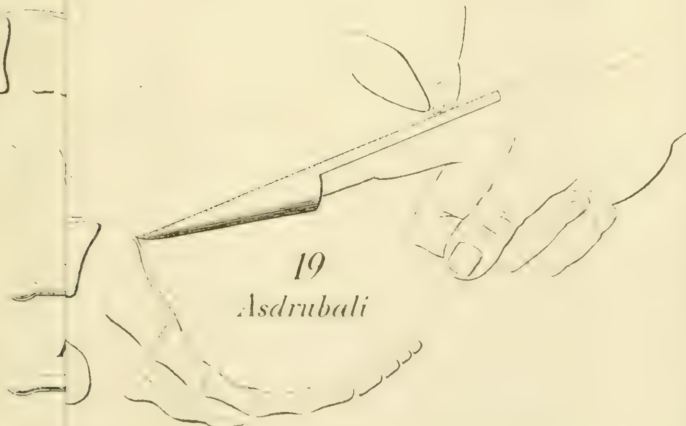
Gustav Fischer

Lith. Anst. v. A. Giltsch, Jena.

Fig. 1-10

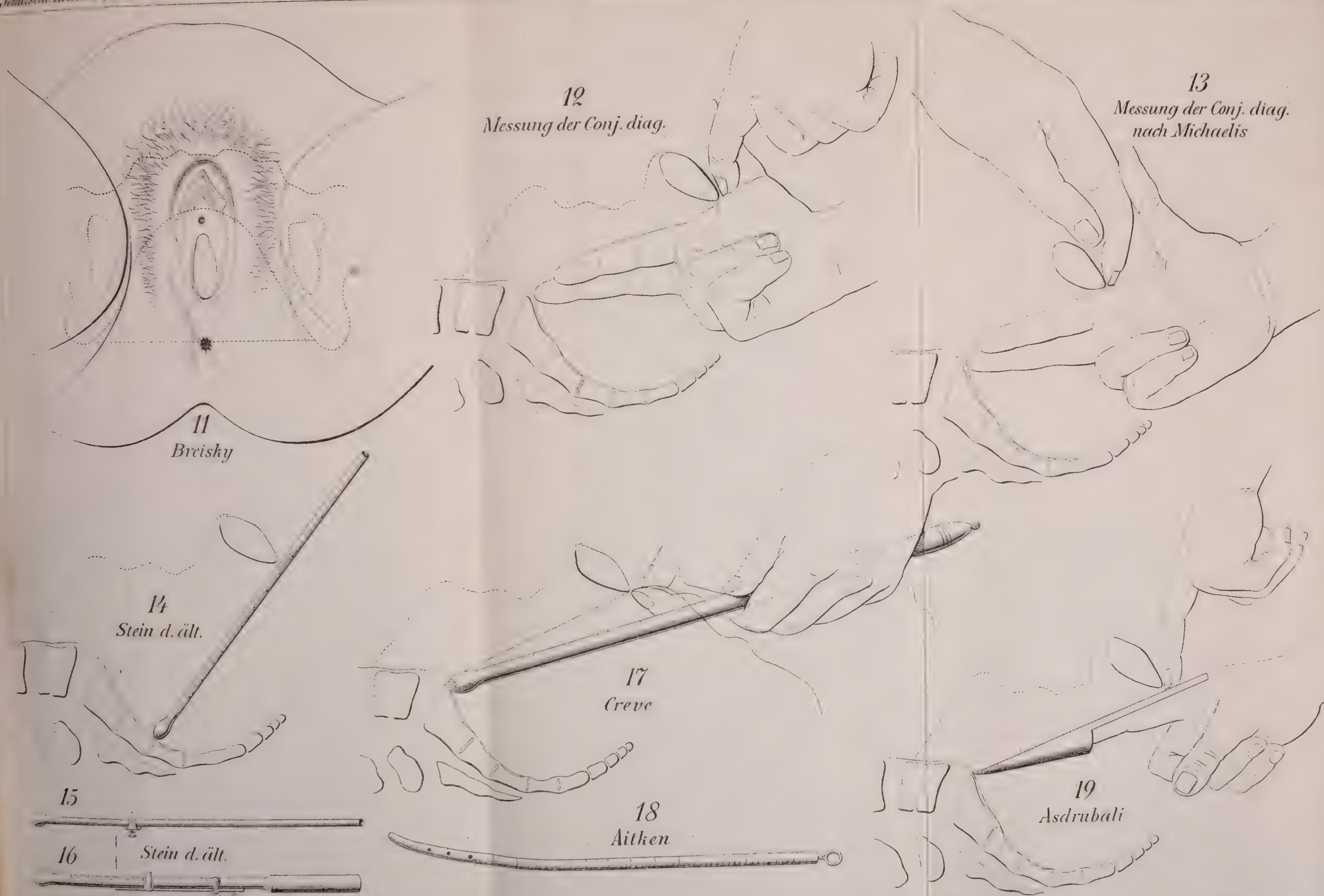


13
Messung der Conj. diag.
nach Michaelis



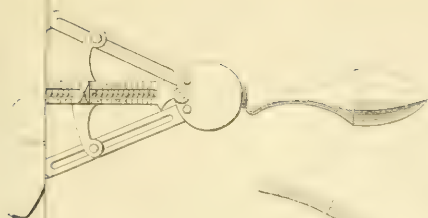
19
Asdrubali

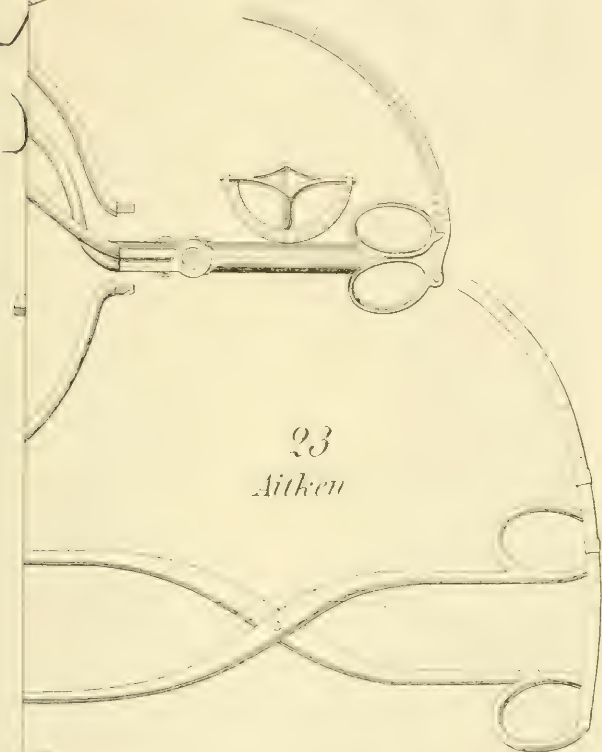
Lith. Anst. v. A. Giltsch, Jena

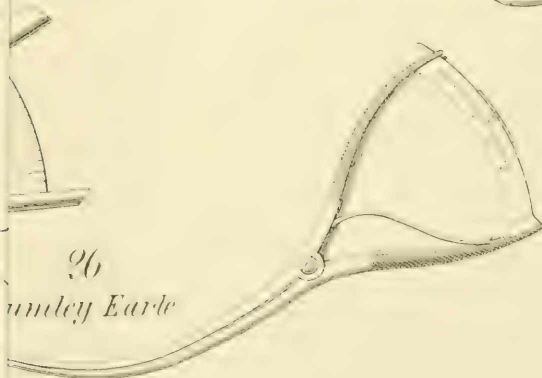


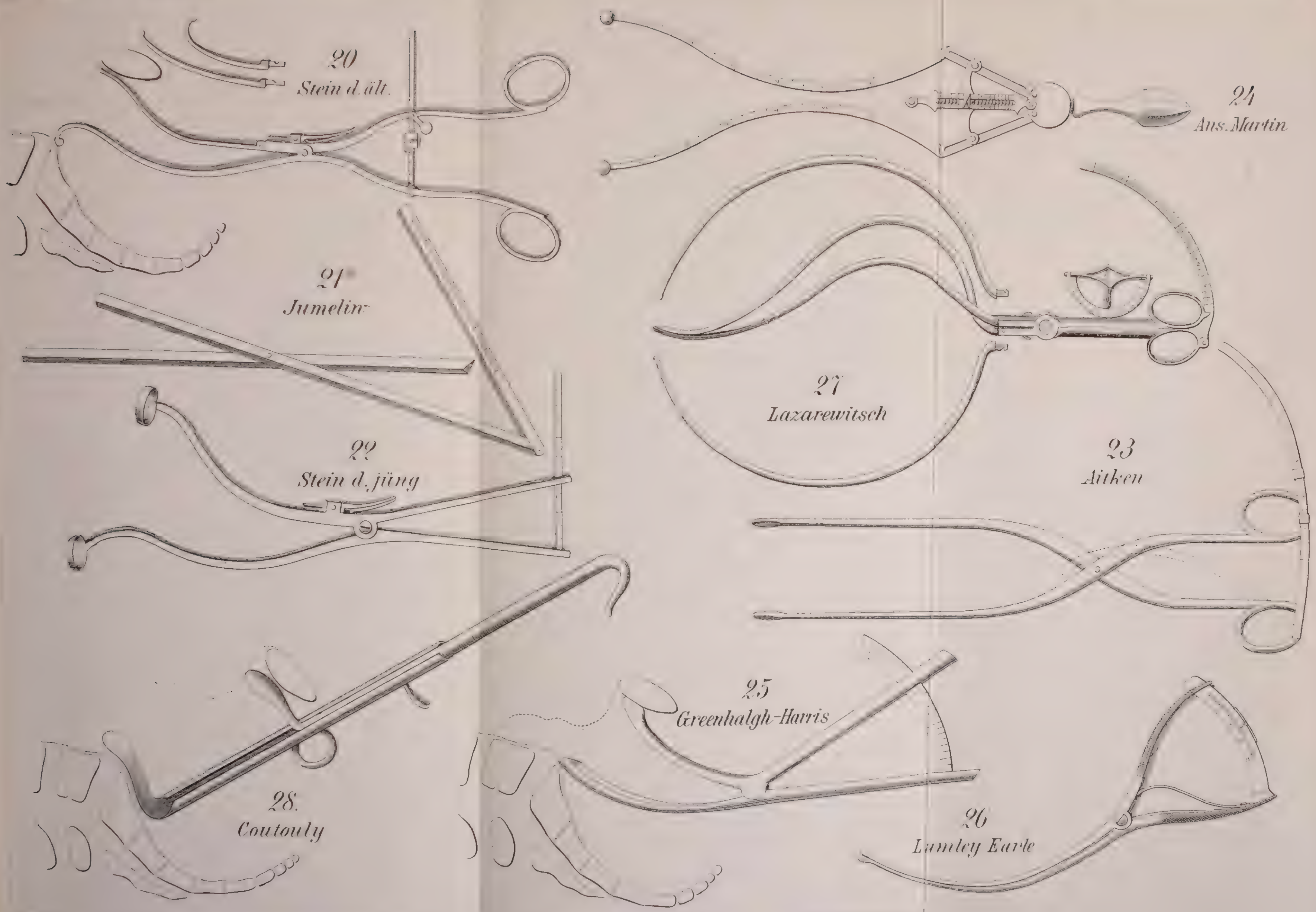
Verl. v. Gustav Fischer i. Jena

Fig. 11-19.


24
Ans. Martin

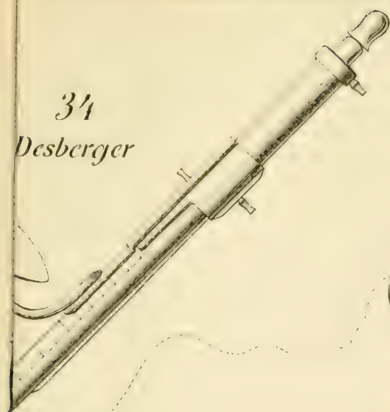

23
Aitken

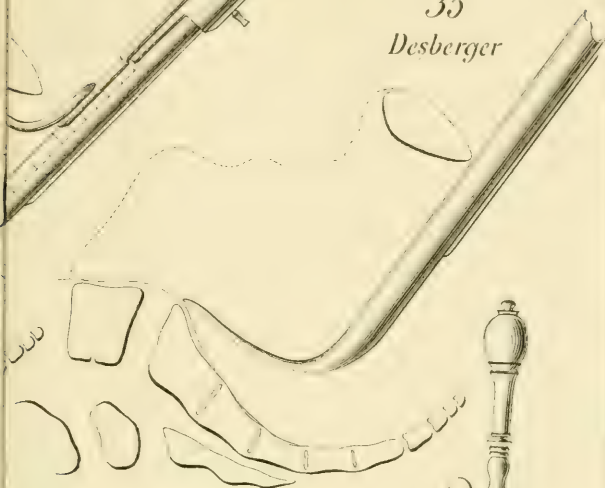

26
[illegible]umley Earle

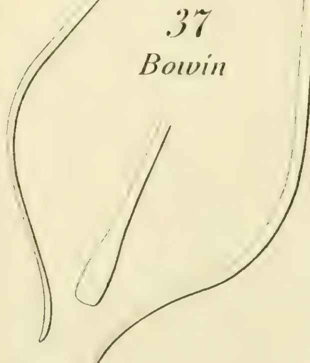


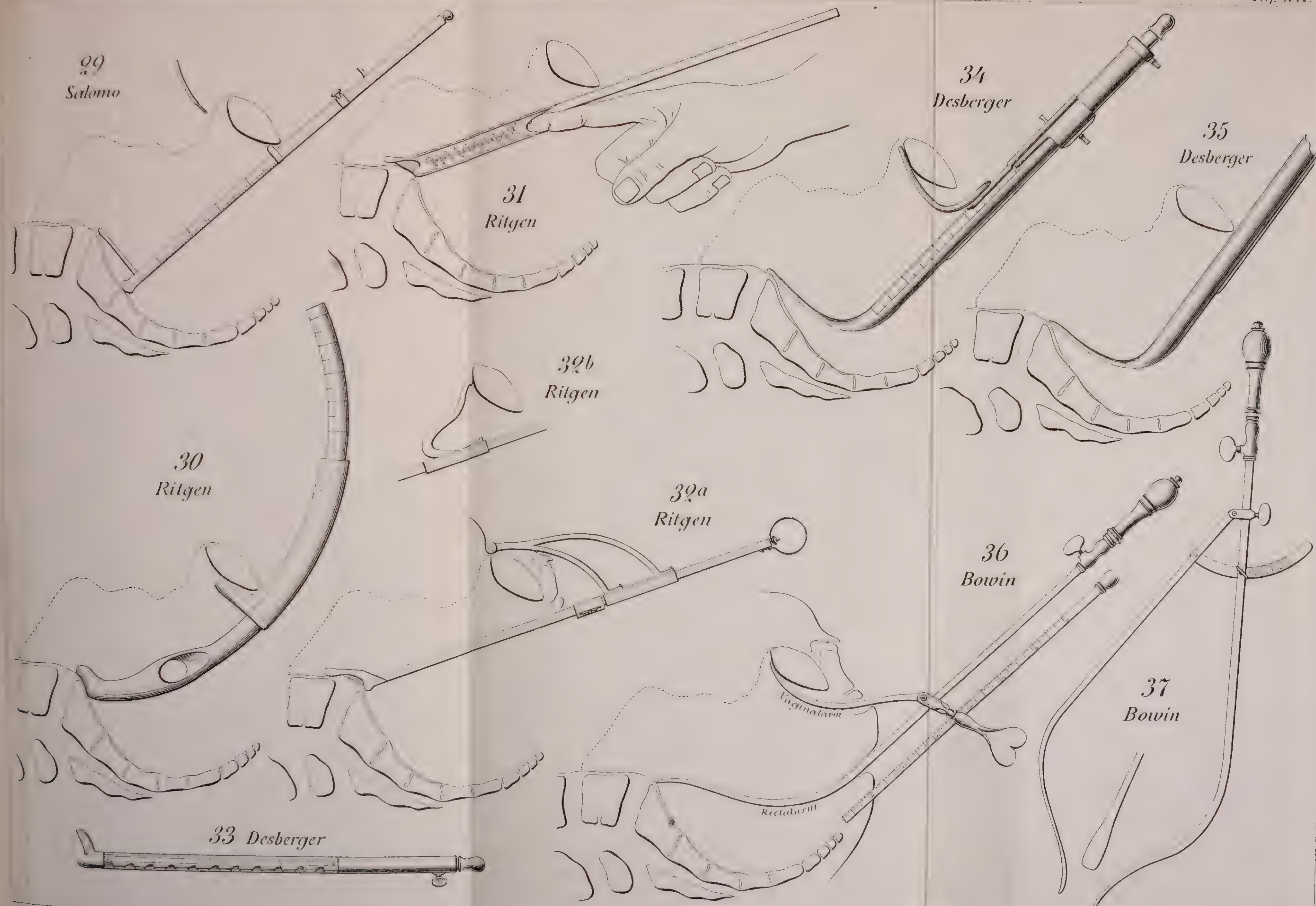
Verl. v. Gustav Fischer i. Jena. Lith. Anst. v. A. Giltsch, Jena.

Fig. 20-28.


34
Desberger

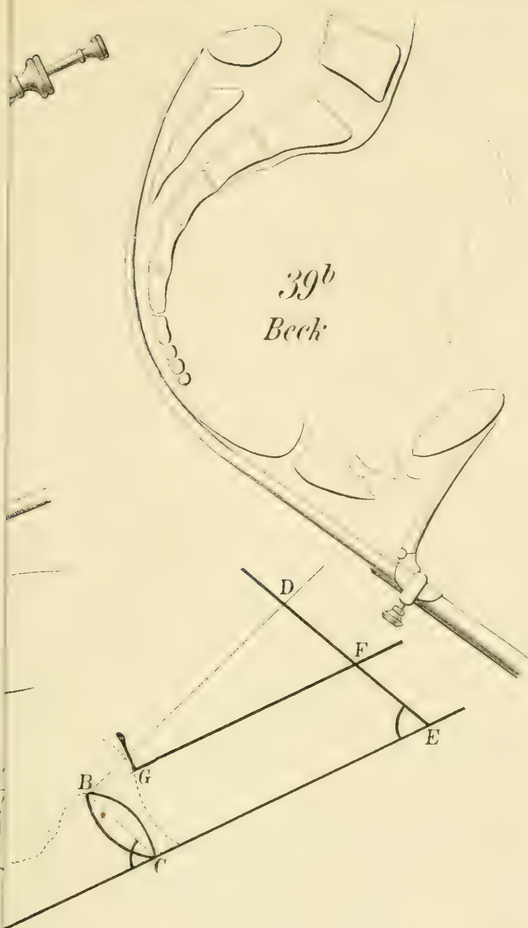

35
Desberger

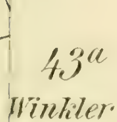

36
Bowin
37
Bowin

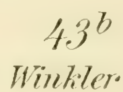


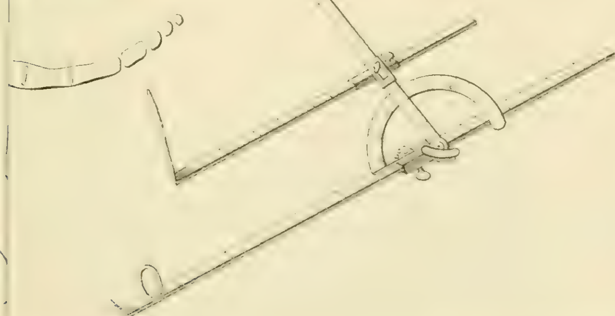
v. Gustav Fischer i. Jena   Lith. Anst. v. A. Giltsch, Jena

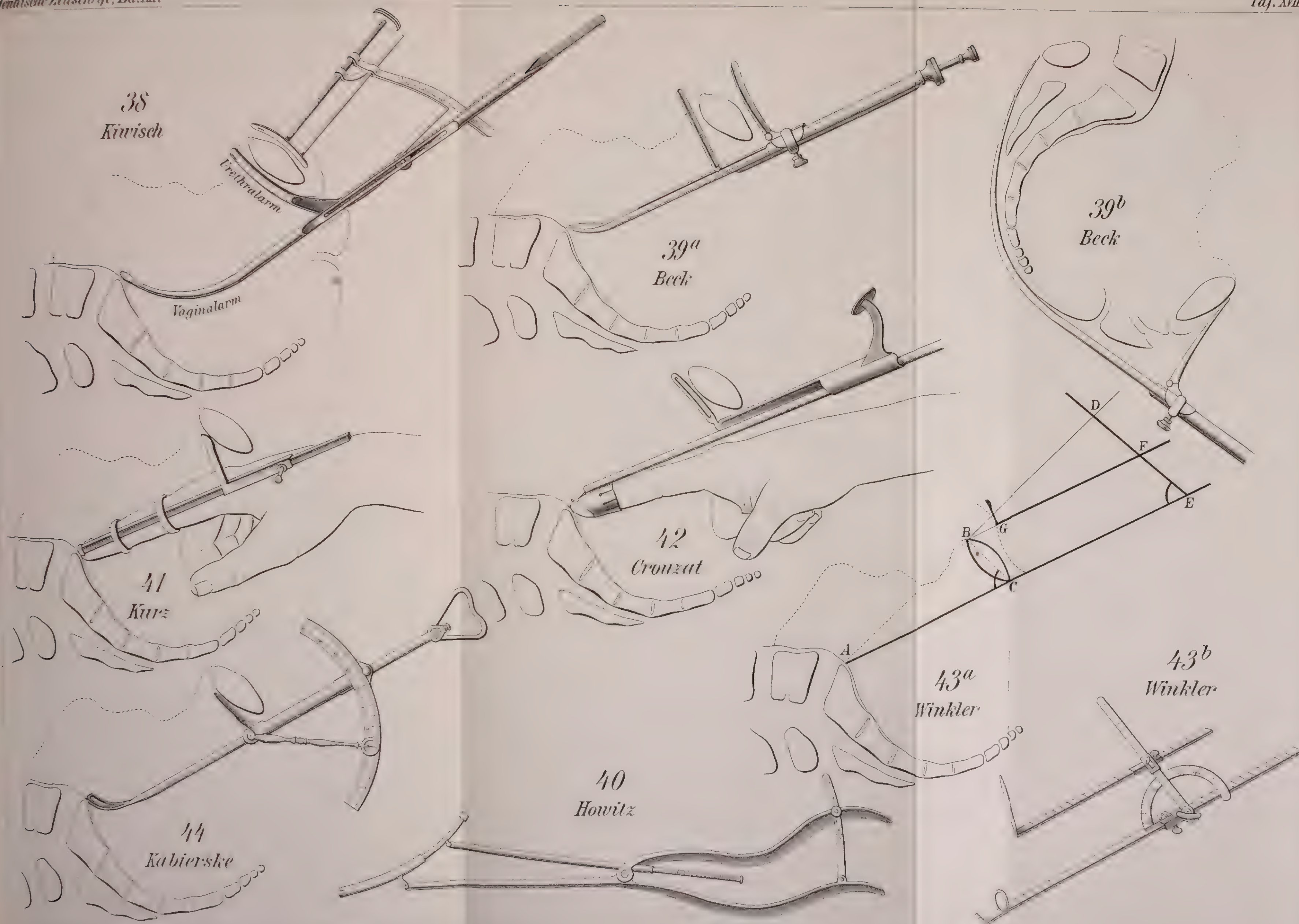
Fig. 29-37


39b
Beck
D
F
E
G
B
C


43a
Winkler


43b
Winkler

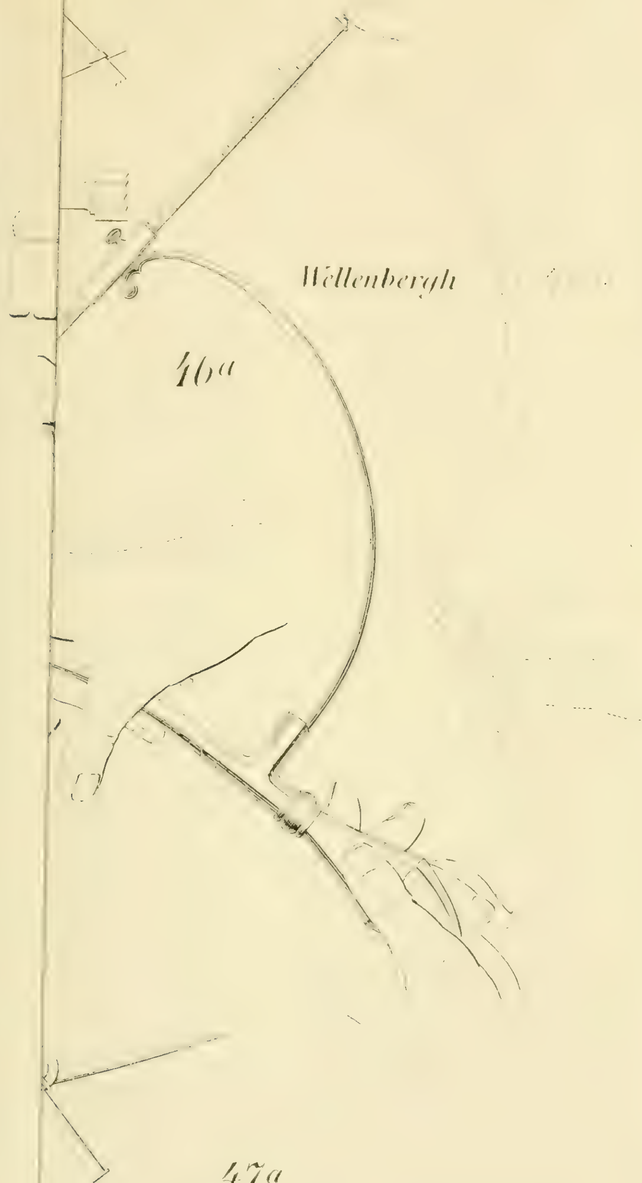


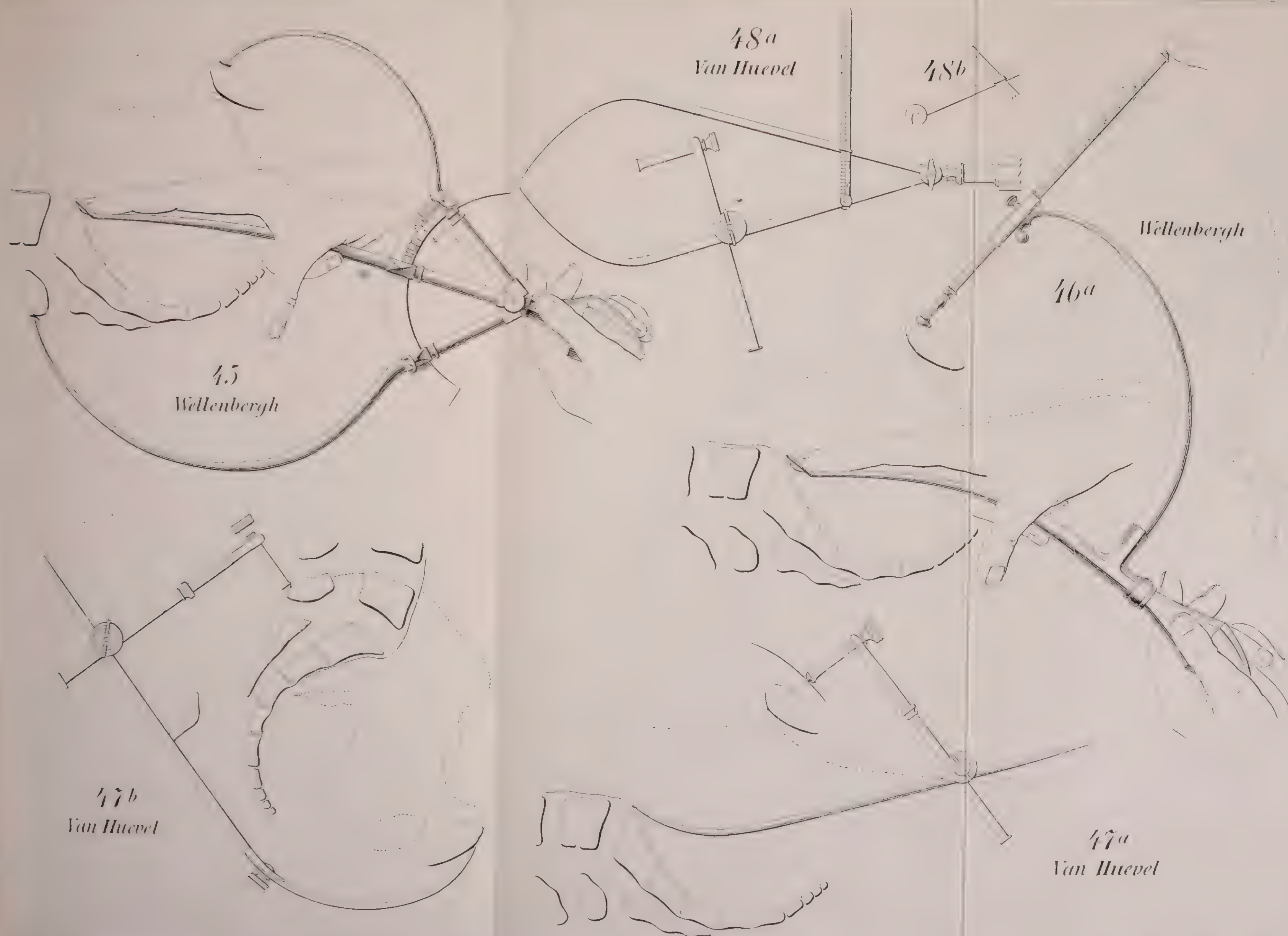


Verl. v. Gustav Fischer i. Jena.

Lith. Anst. v. A. Giltsch, Jena.

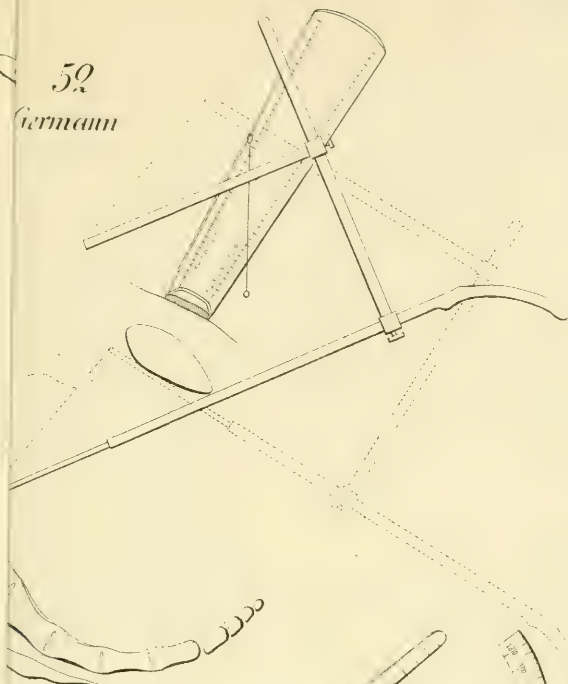
Fig. 38–44.


Wellenbergh
46a
47a
Van Huevel



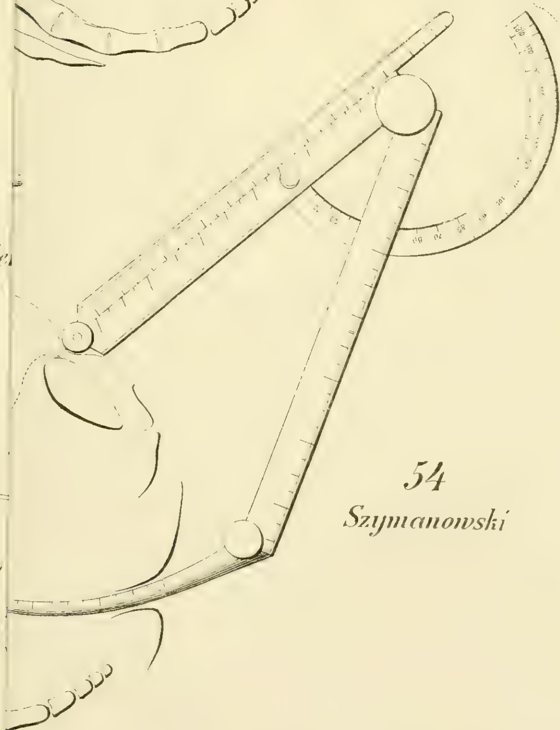
Verl. v. Gustav Fischer, Jena.

Fig. 45–48.



53

Germann

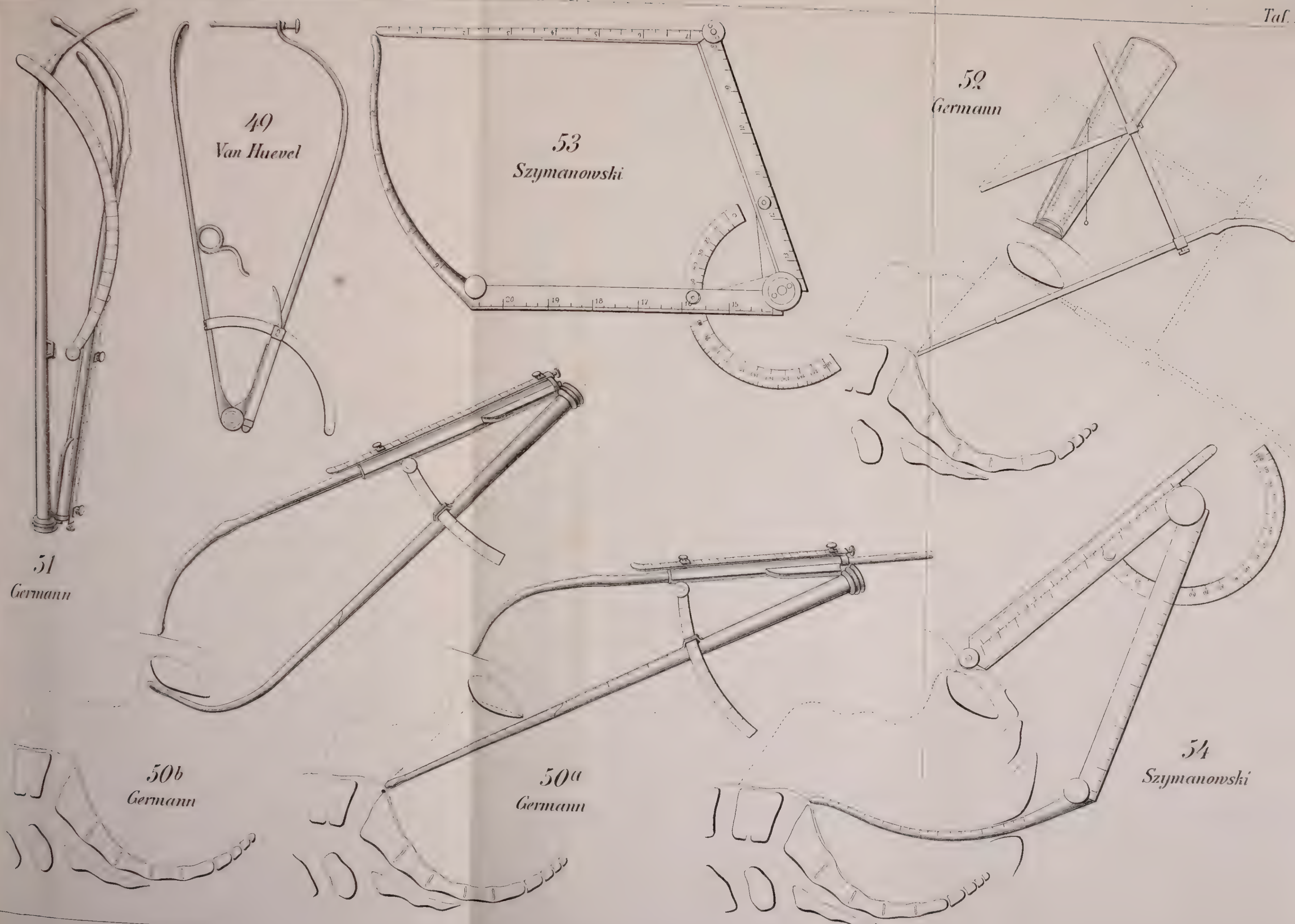


Ge

54

Szymanowski

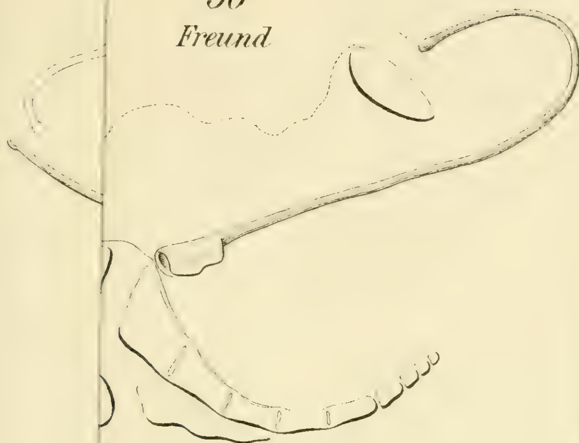
Lith. Anst. v. A. Giltsch, Jena.

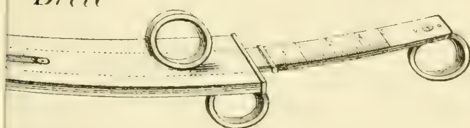


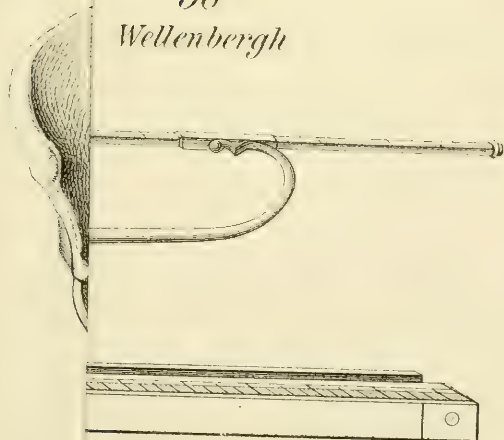
Verl. v Gustav Fischer i Jena.

Lith. Anst. v A Giltsch Jena

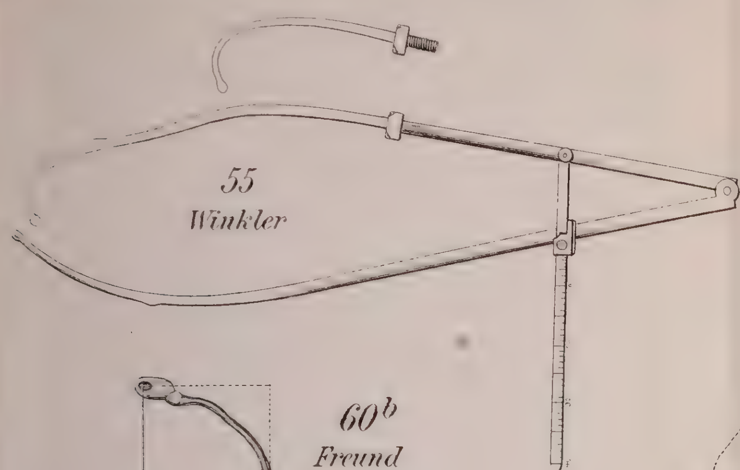
Fig. 49-54

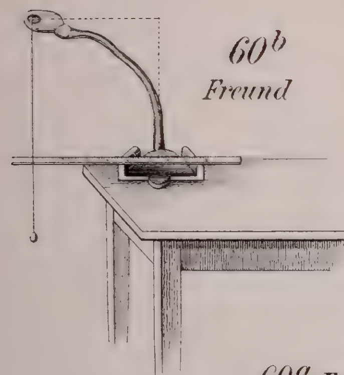


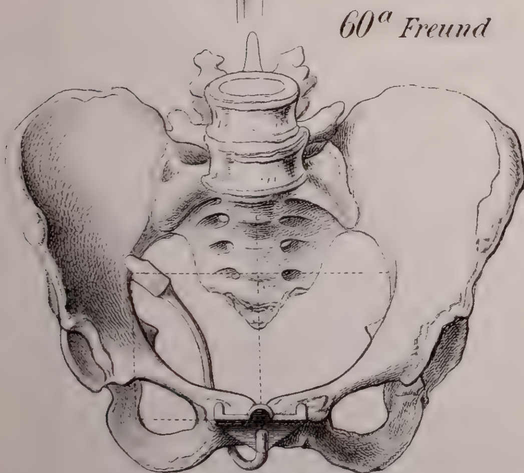


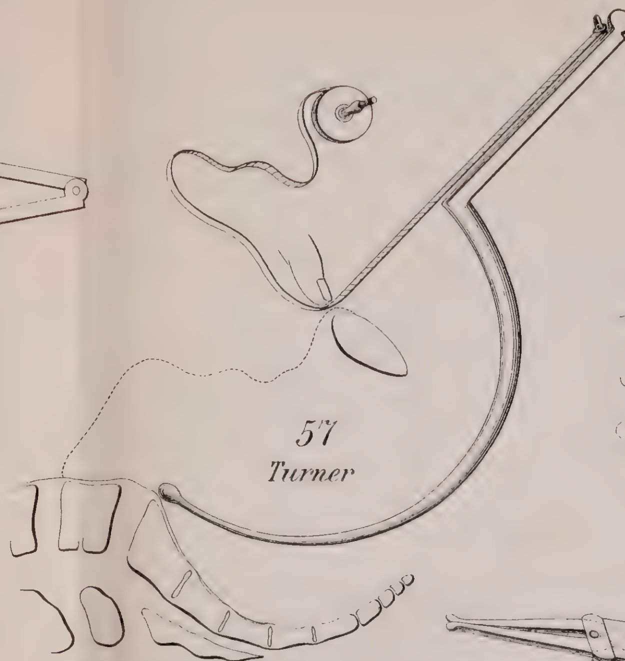


Lith. Anst. v. A. Giltsch, Jena.

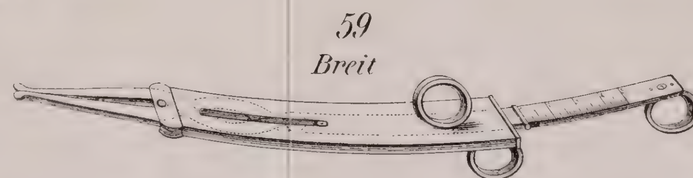


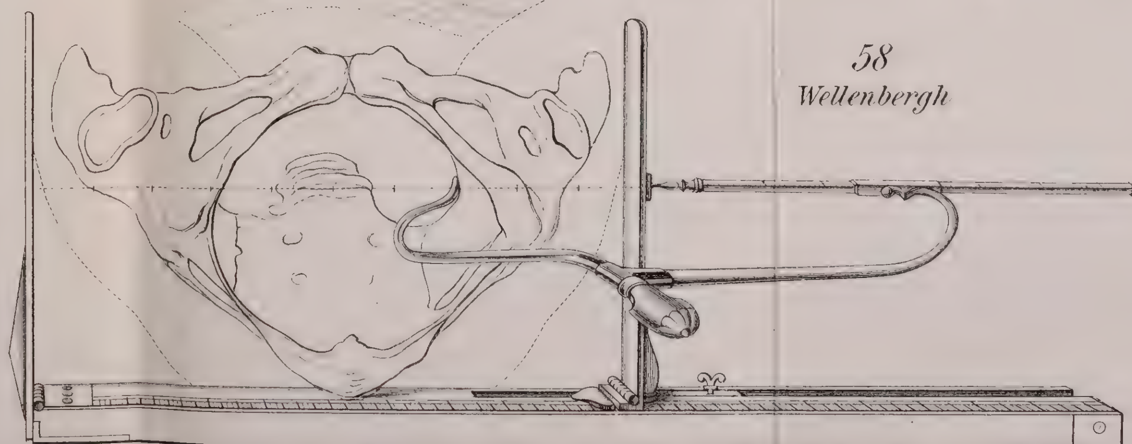






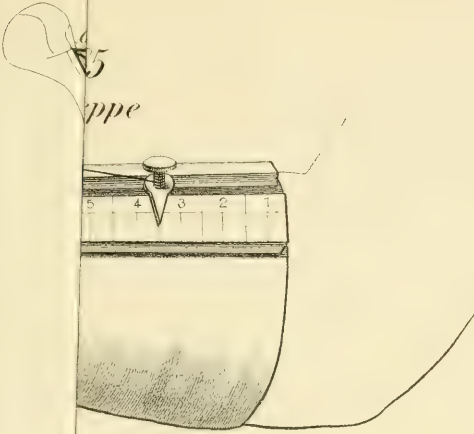


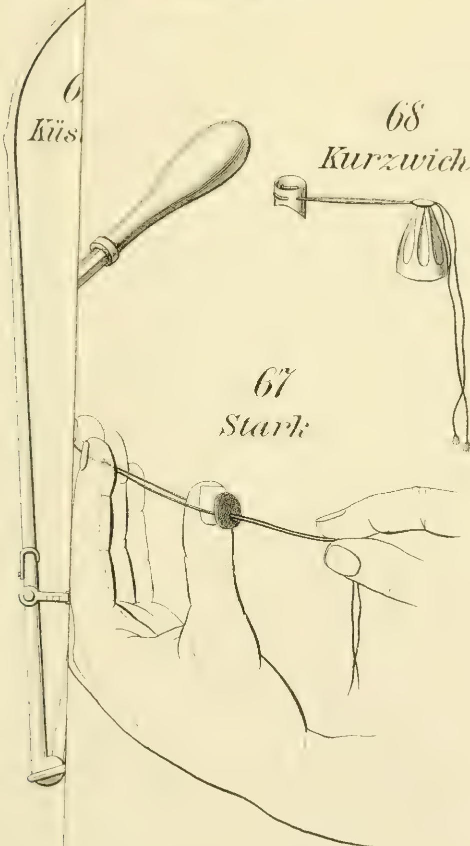




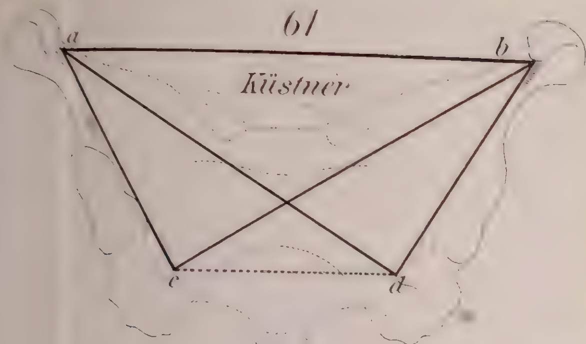
Verl. v. Gustav Fischer i. Jena. Lith. Anst. v. A. Giltsch, Jena.

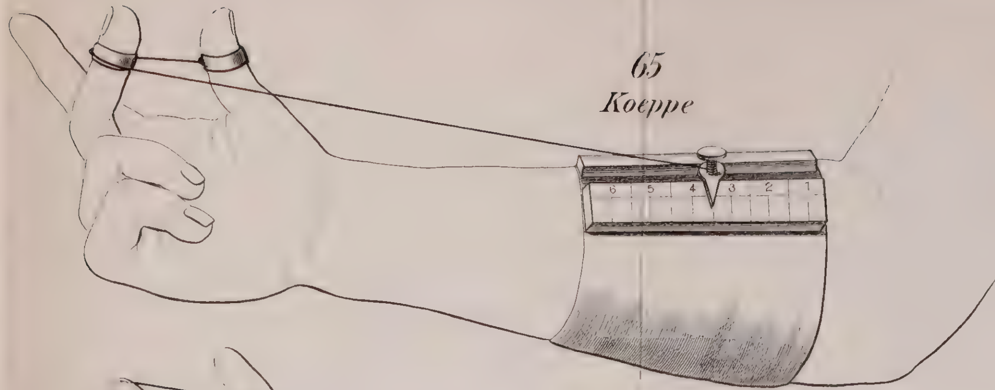
Fig. 55-60.



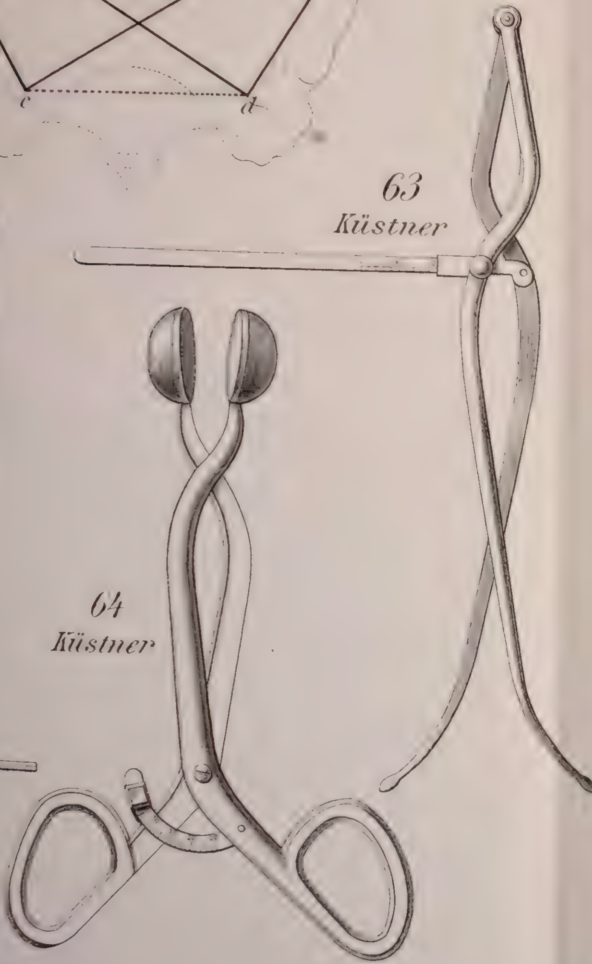


Lith. Anst. v. A. Giltsch, Jena.

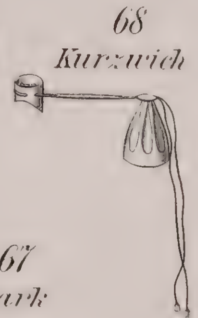










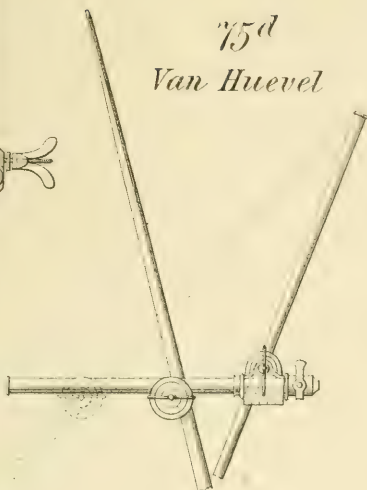


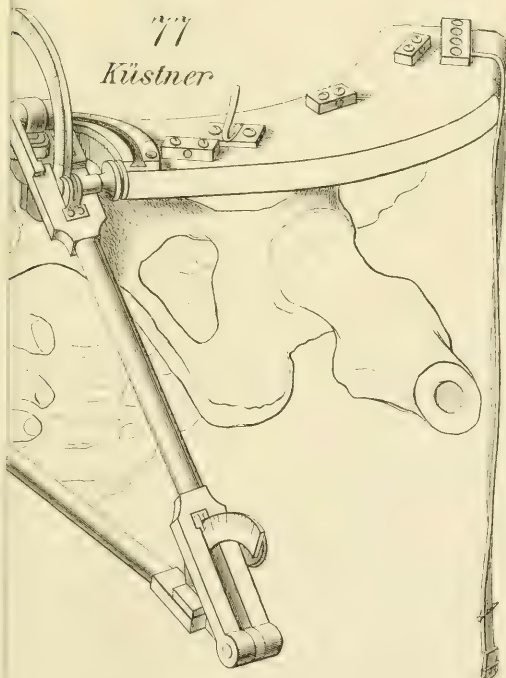
Verl. v. Gustav Fischer i. Jena.

Lith. Anst. v. A. Giltsch, Jena.

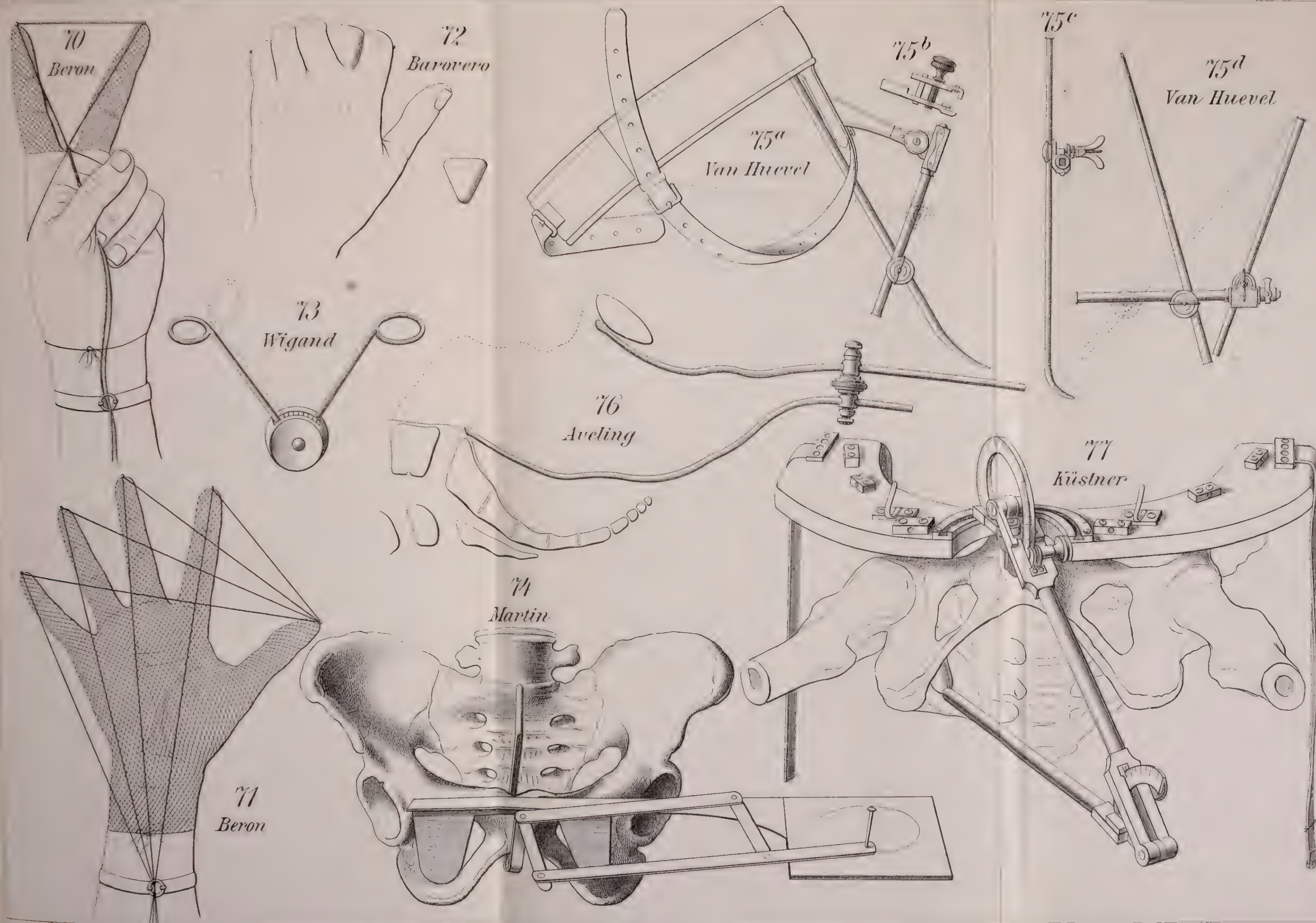
Fig. 61–69.





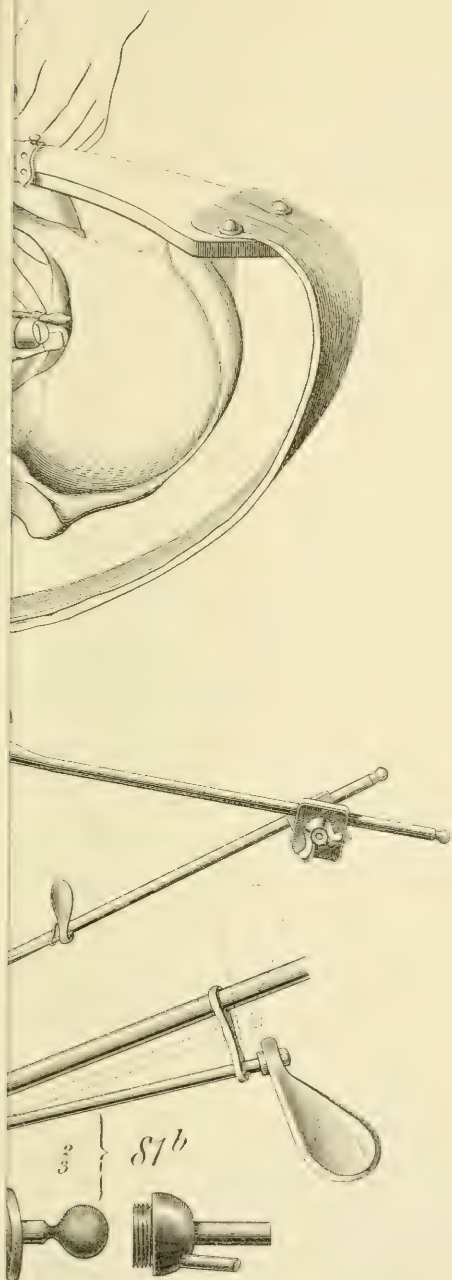


Lith. Anst. v. A. Giltsch, Jena

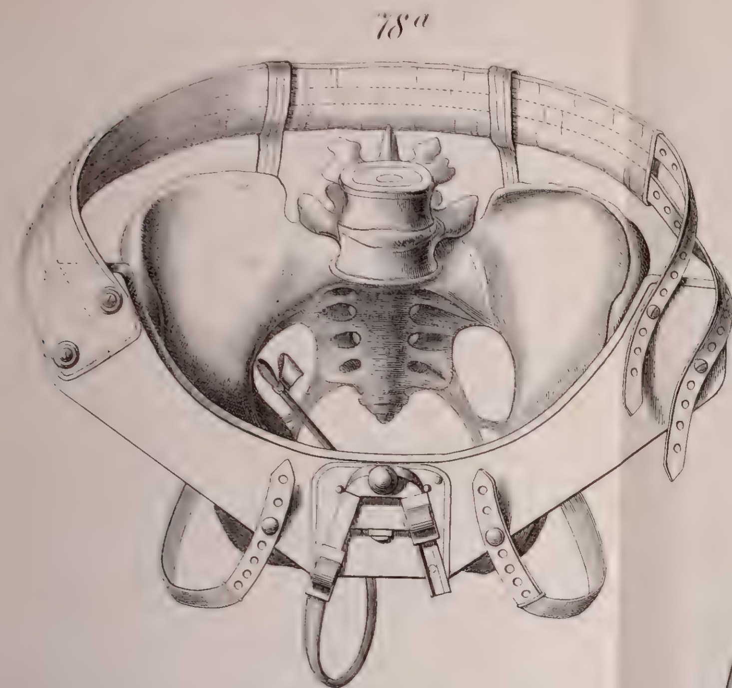


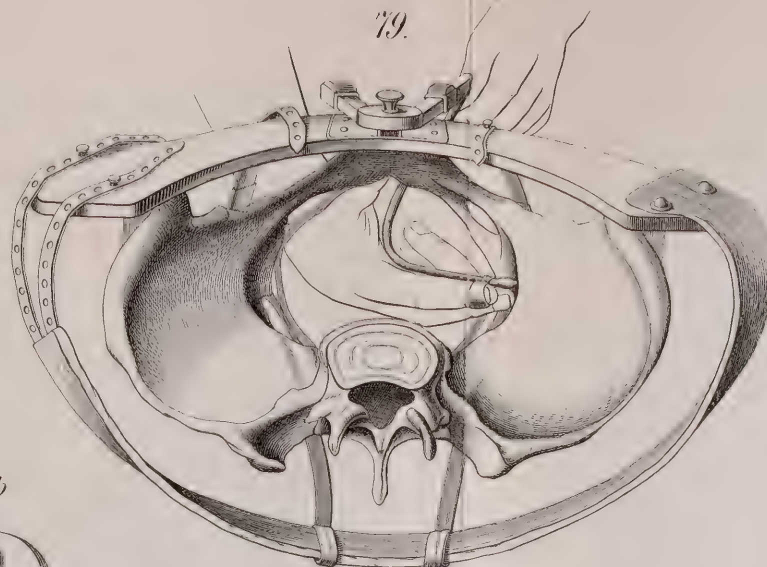
Verl. v. Gustav Fischer i. Jena
Lith. Anst. v. A. G. tsch. Jen.

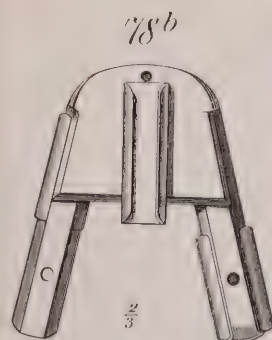
Fig. 70–77

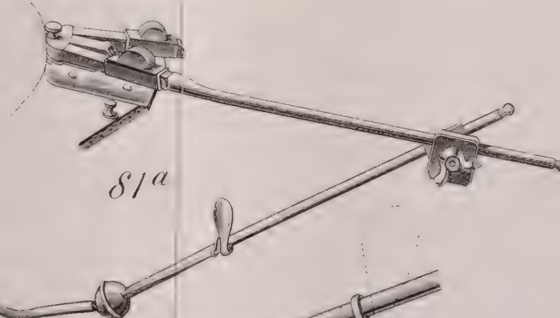


Lith. Anst. v. A. Giltsch, Jena

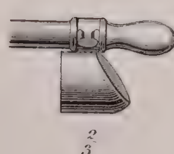


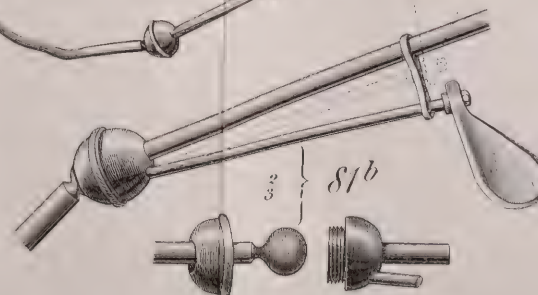








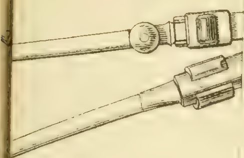




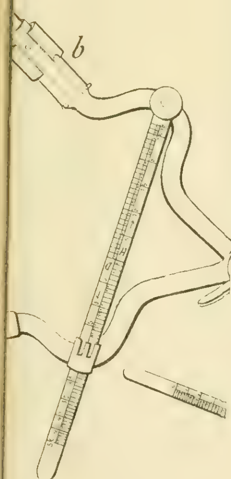
Verl. v. Gustav Fischer i. Jena.

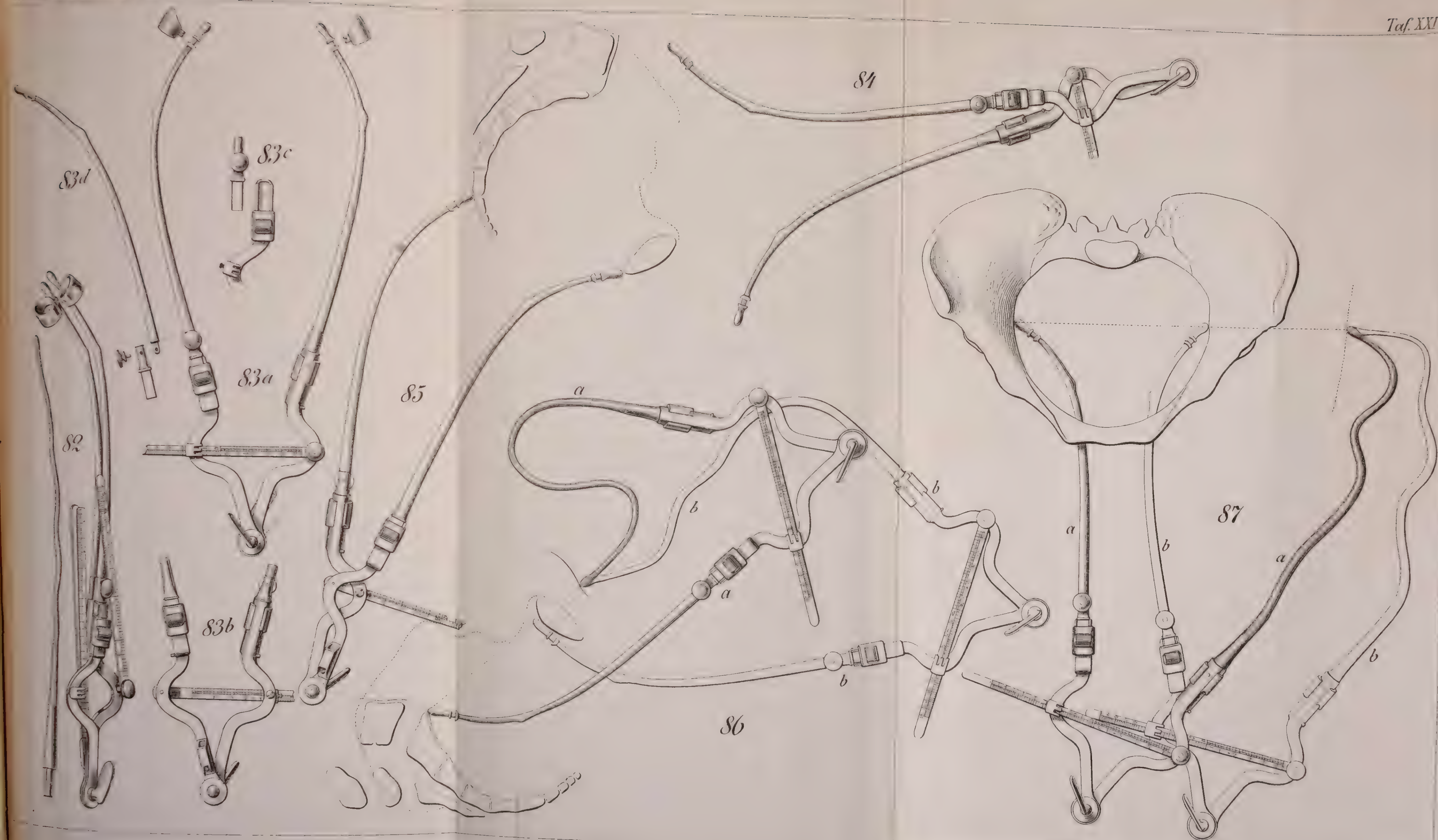
Lith. Anst. v. A. Giltsch, Jena

Fig. 78–81.





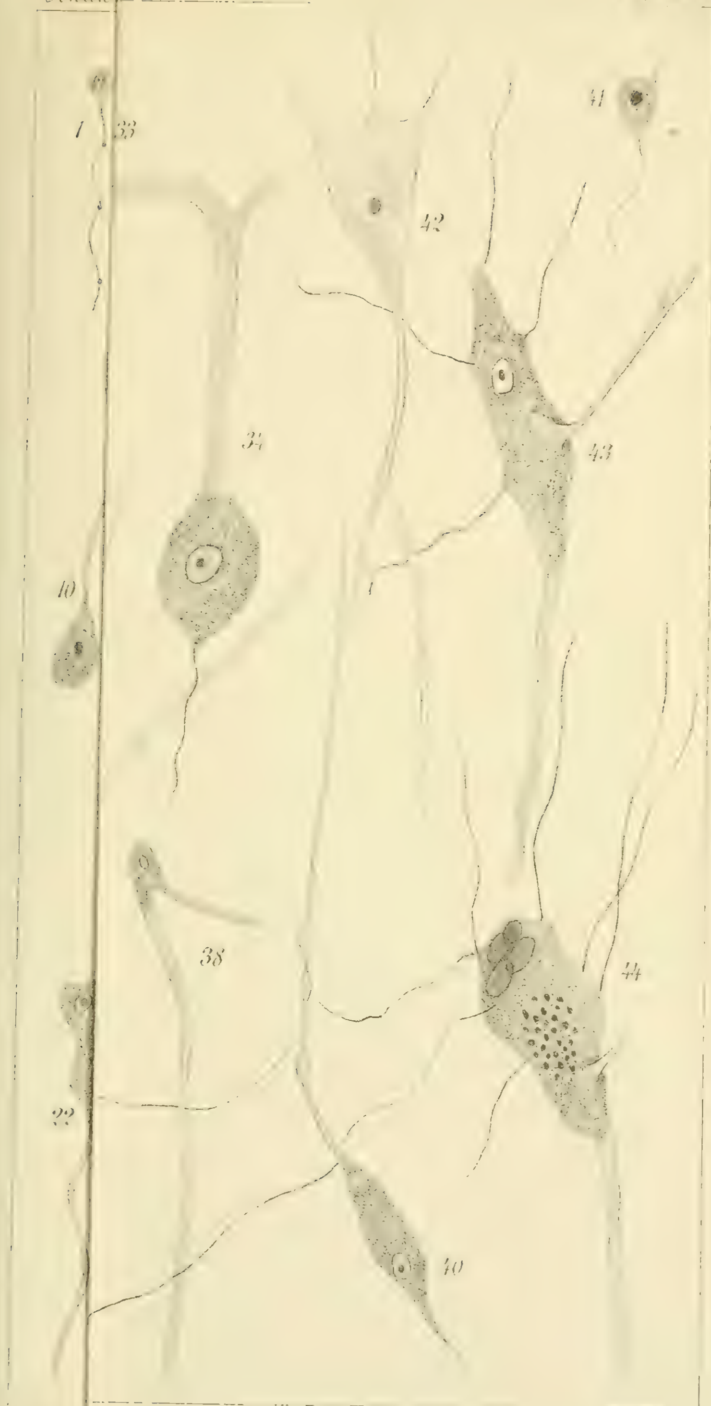

b



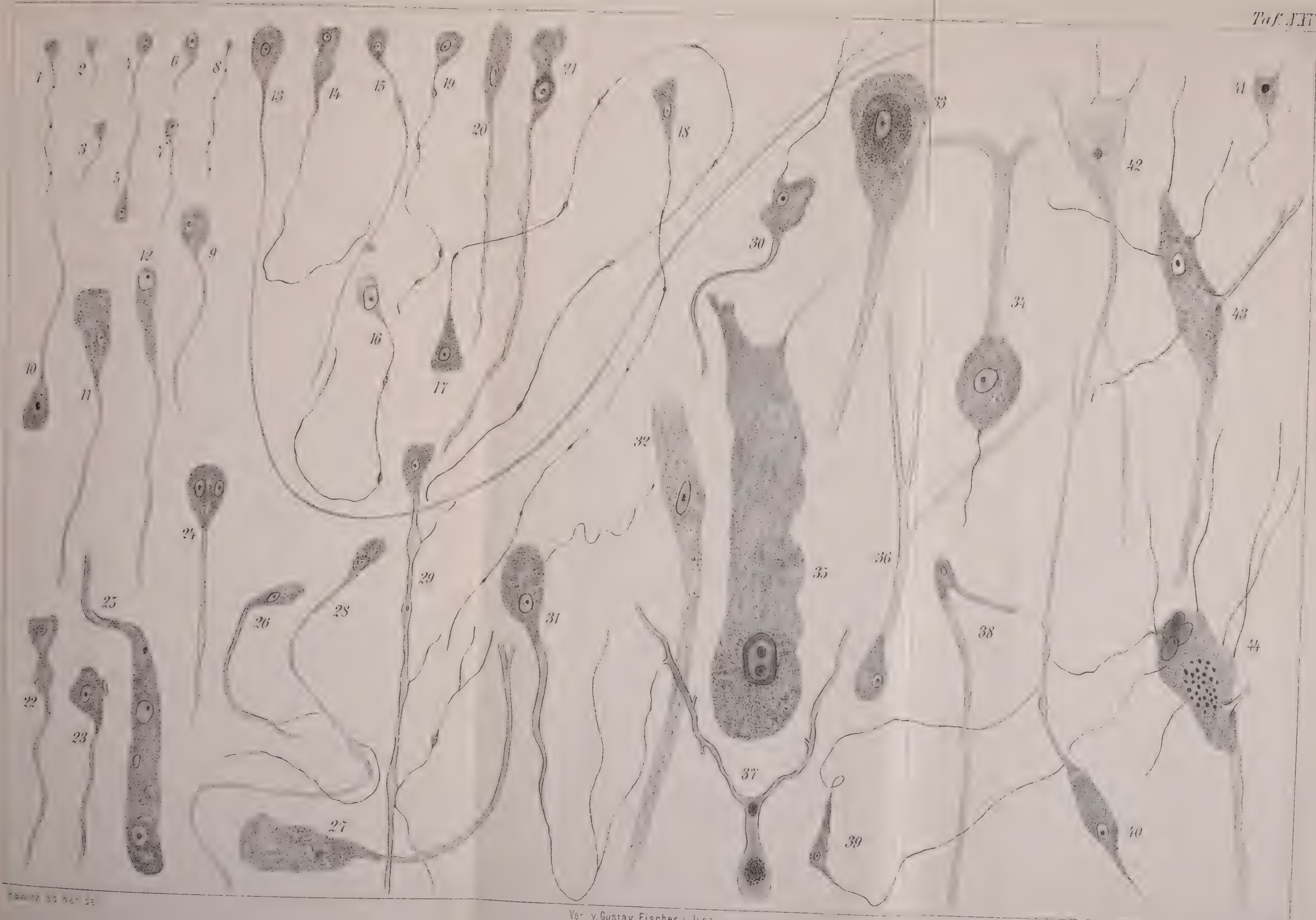
Verl. v. Gustav Fischer i. Jena.

Lith. Anst. v. A. Giltsch, Jena.

Fig. 82-87.



Lith. Anst. v A. Giltsch, Jena.

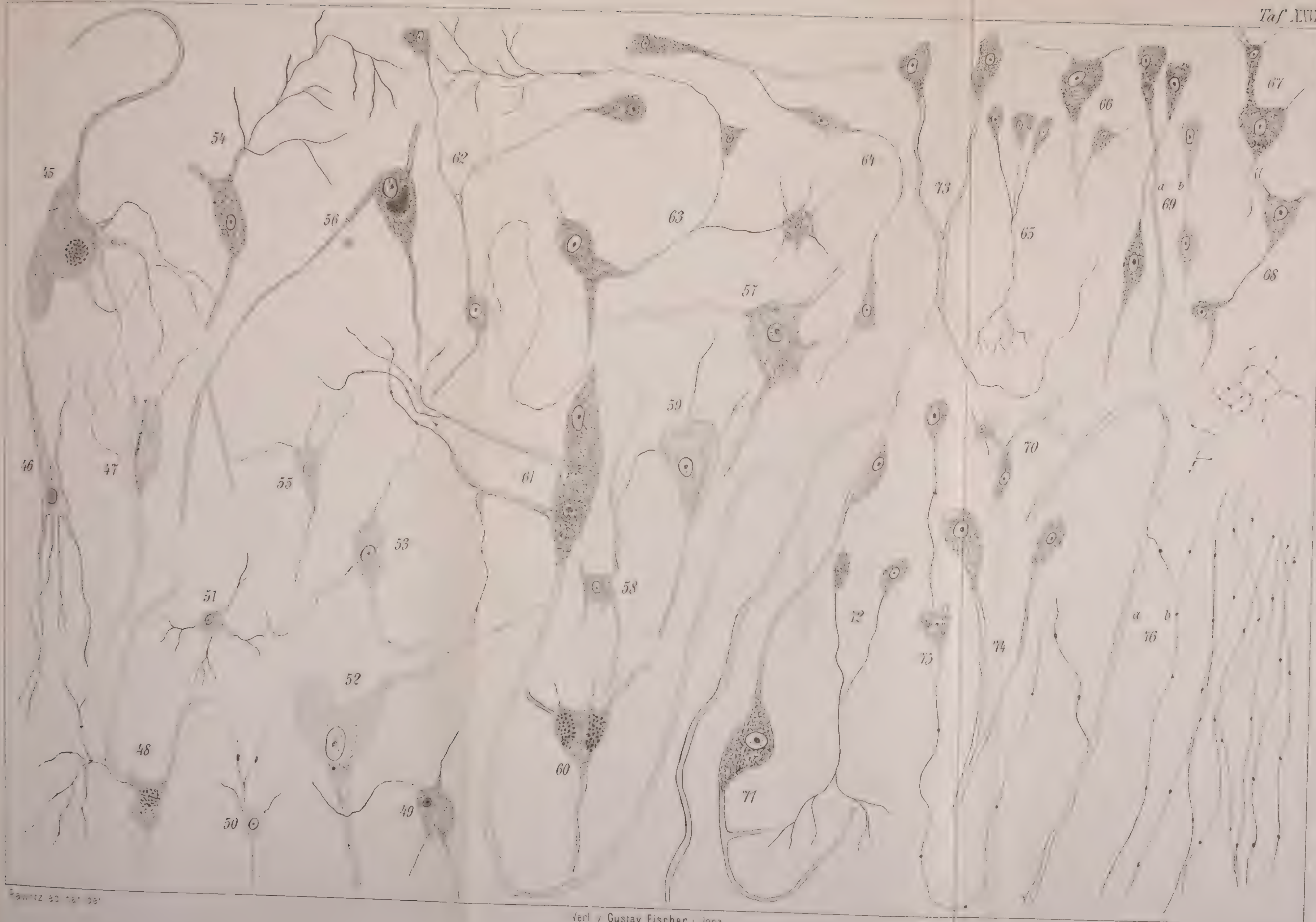


Verl. v. Gustav Fischer i. Jena.

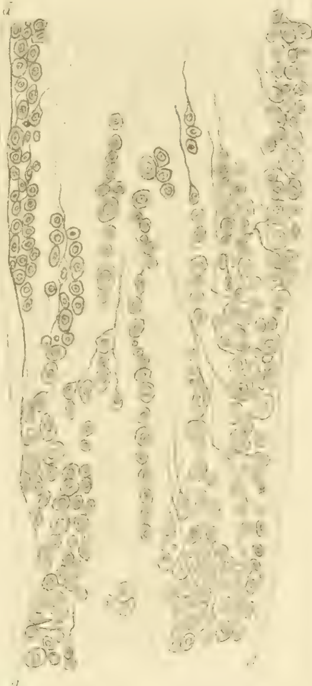
Lith. Anst. v A. Giltsch, Jena.

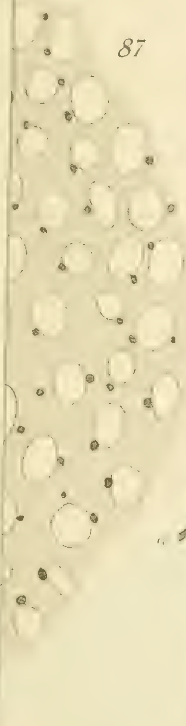


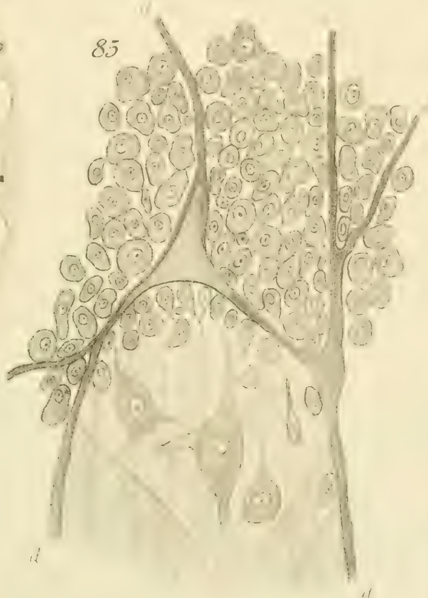
Lith. Anst. v. A. Giltsch, Jena.


45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
a
b
69
70
71
72
73
74
75
a
b
76

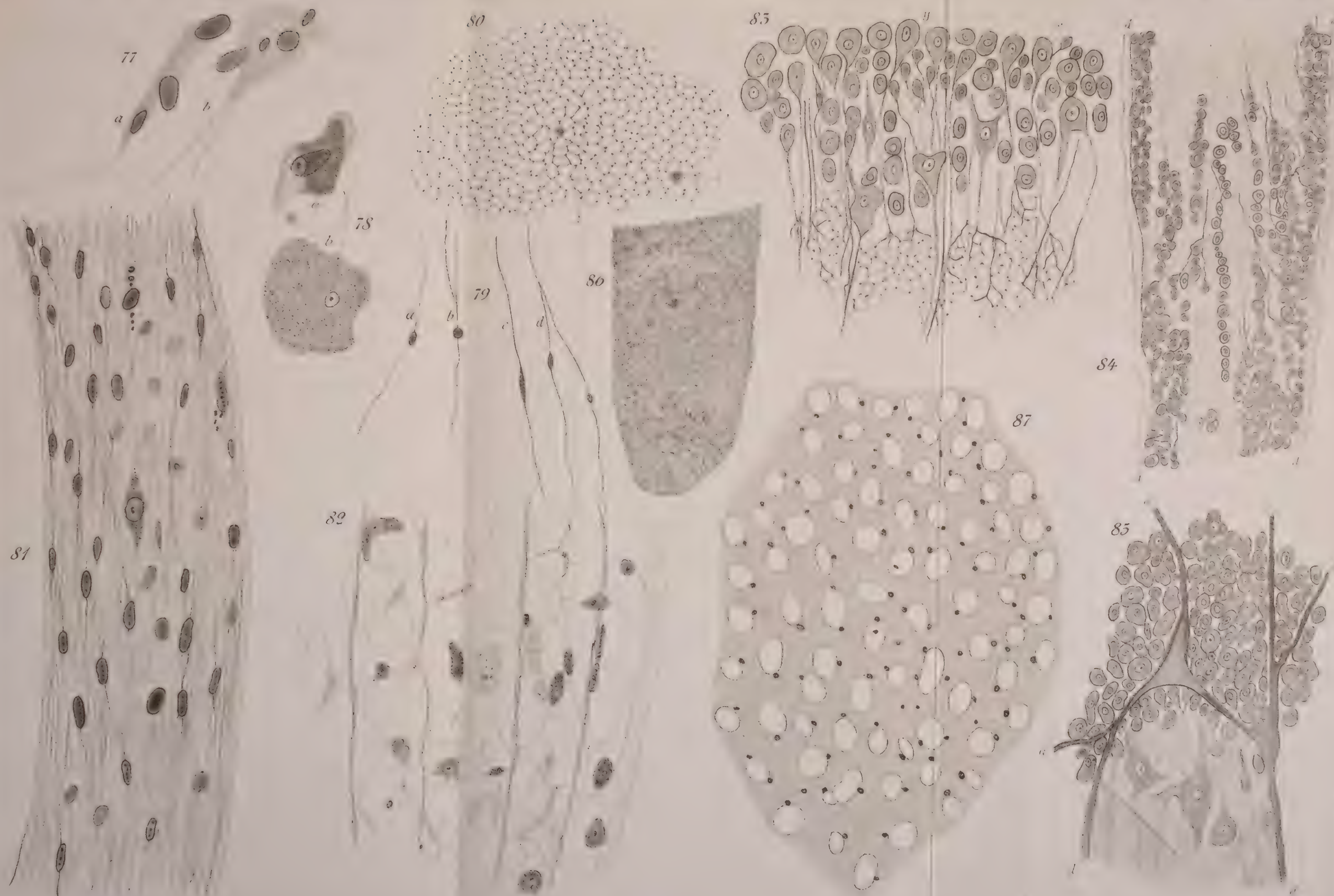






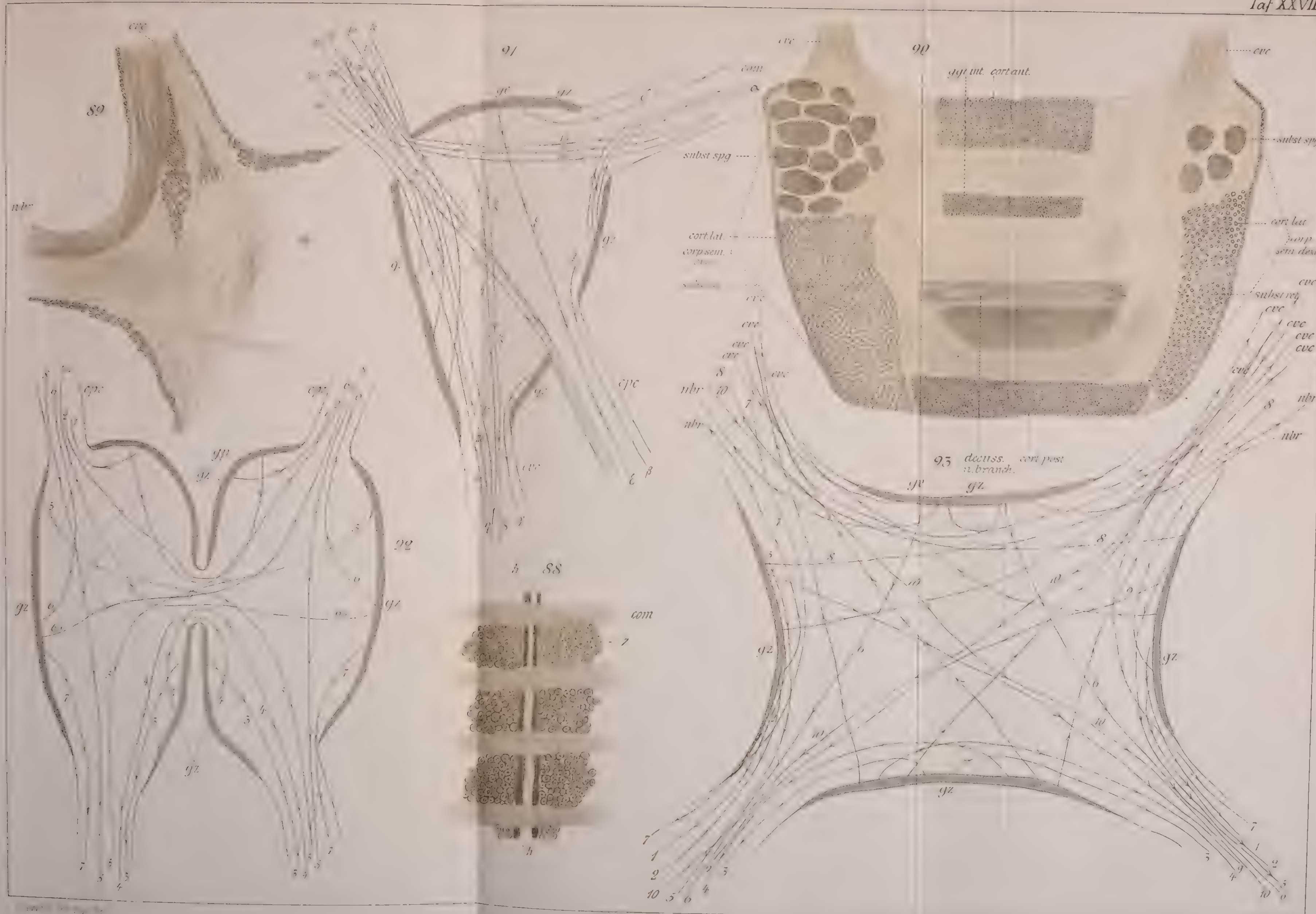


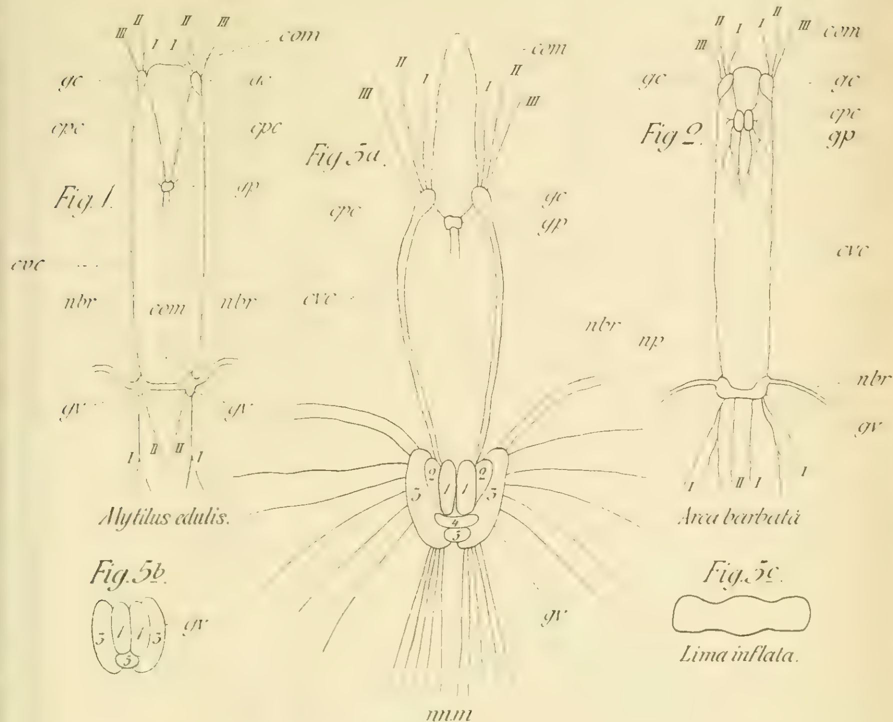
Lith. Anst. v. A. Giltsch, Jena.



Pawlow ad nat. gez. Verl. v. Gustav Fischer i. Jena. Lith. Anst. v. A. Giltsch, Jena.

cvc
ggt.int. cort.ant.
subst.sng
nbr
cort.lat
cvc
subst.reg
cvc
cvc
cvc
cvc
cvc
nbr
8
nbr
gz
gz
gz
gz
8
7
1
2
3
4
5
9
10


89
91
90
92
93
88
cvc
nbr
gz
subst spg
cort lat.
corp sem.
com
cort ant.
cort lat
subst ret
cvc
nbr
decuss. n. branch.
cort post
h
com
cpc



Pecten Jacobaeus.

Fig. 3.

com
gc
cpc
gp
cvc
nbr
gv

Mya arenaria

Cyprina isl.

Fig. 3a. gv

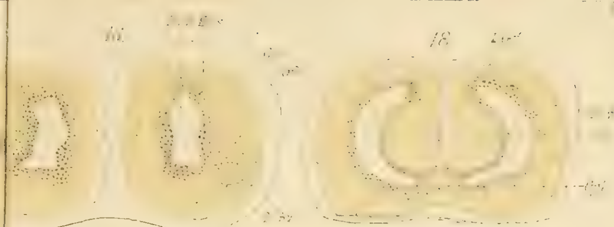
Die Ganglien im Verhältniss, der Deutlichkeit wegen, zu gross gezeichnet. Alle Figuren etwa 1/3 mal grösser als in Wirklichkeit.

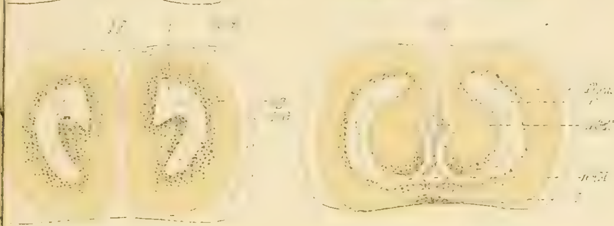
gc = Ganglion cerebrale.
gp = " pedale.
gv = " viscerale.
com = Commissur.
cpc = Cerebropedal-connectiv.
cvc = Cerebrovisceralconnectiv.
nbr = nervus branchialis.
np = " pallialis.
nn.m = nervi musculares.
I, II, III. Nervenstämme.
1, 1. corpus oblongum d. e. sin.
2, 2. " cuneiforme " "
3, 3. " semilunare " "
4. corpus centrale anterius.
5. " " posterius.

Fig. 4.

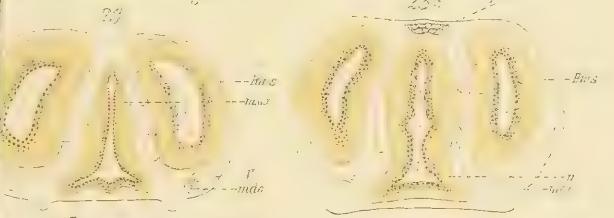
com
gc
cpc
gp
cvc
nbr
gv

Unio pictorum.











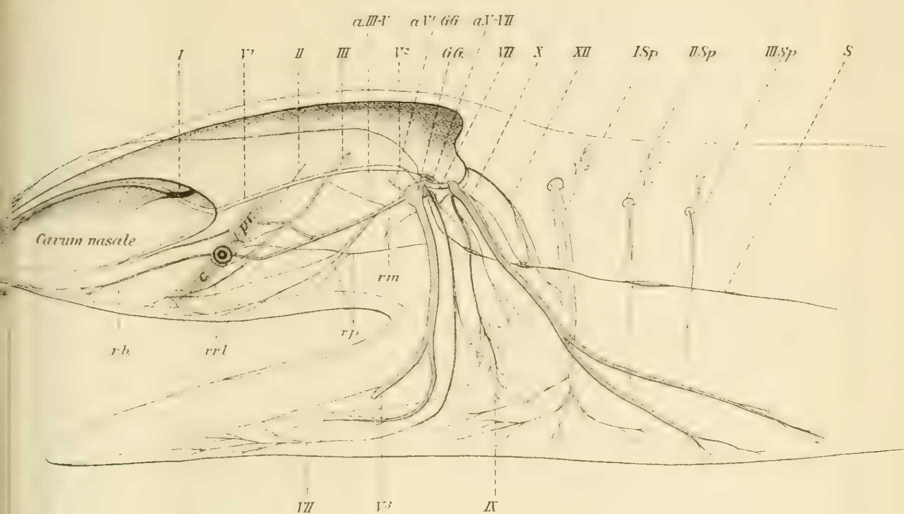




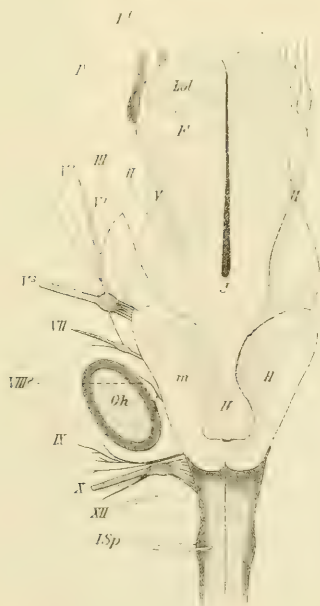




32.



33.

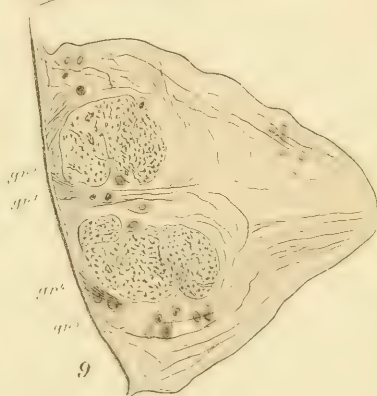


Lith.Anst.v.G.G.Müller Jena


a
1


4




9






12

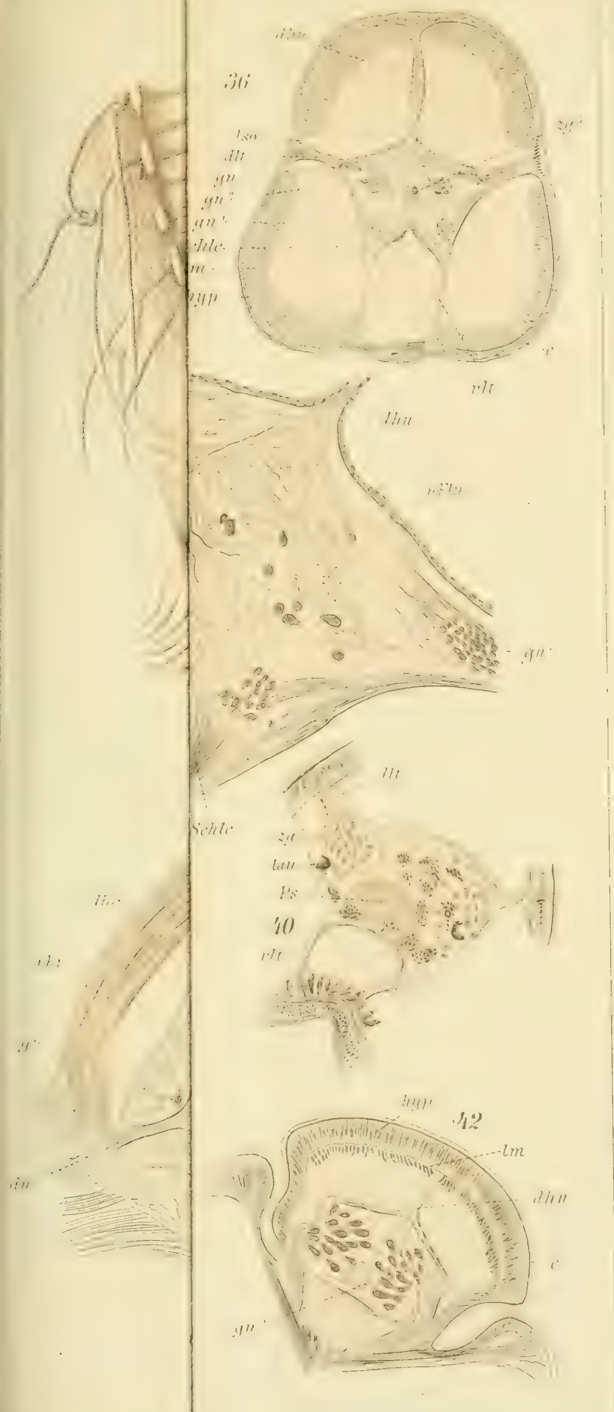


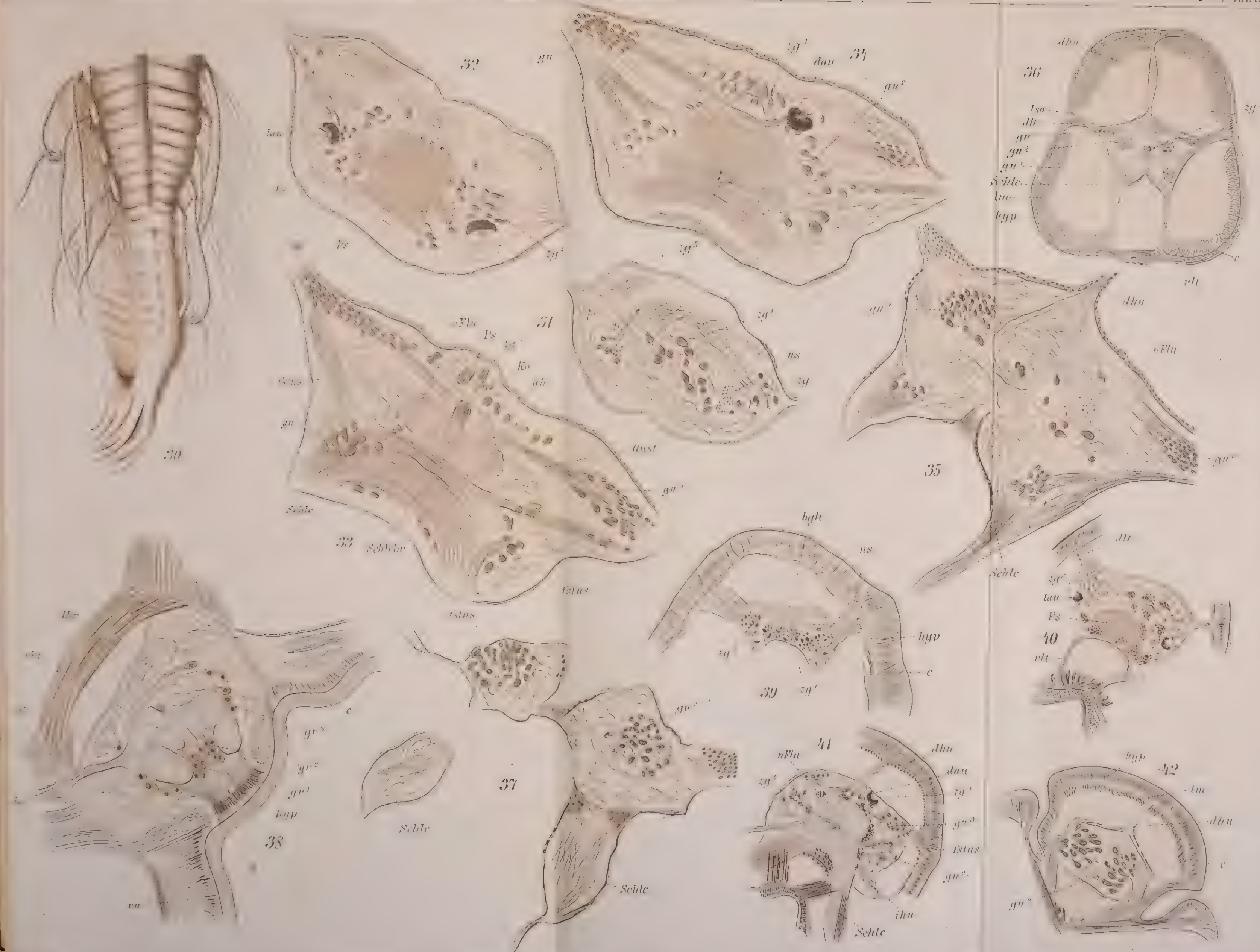
Gustav Fischer i. Jena.
Lith. Anst. A. Giltsch, Jena.

Kükenthal del.   Lith. Anst. v. A. Giltsch, Jena.

Verl. v. Gustav Fischer

Lith. Anst. v. A. Giltsch, Jena.


36
40
42
lm
dhn
hyp
Schle

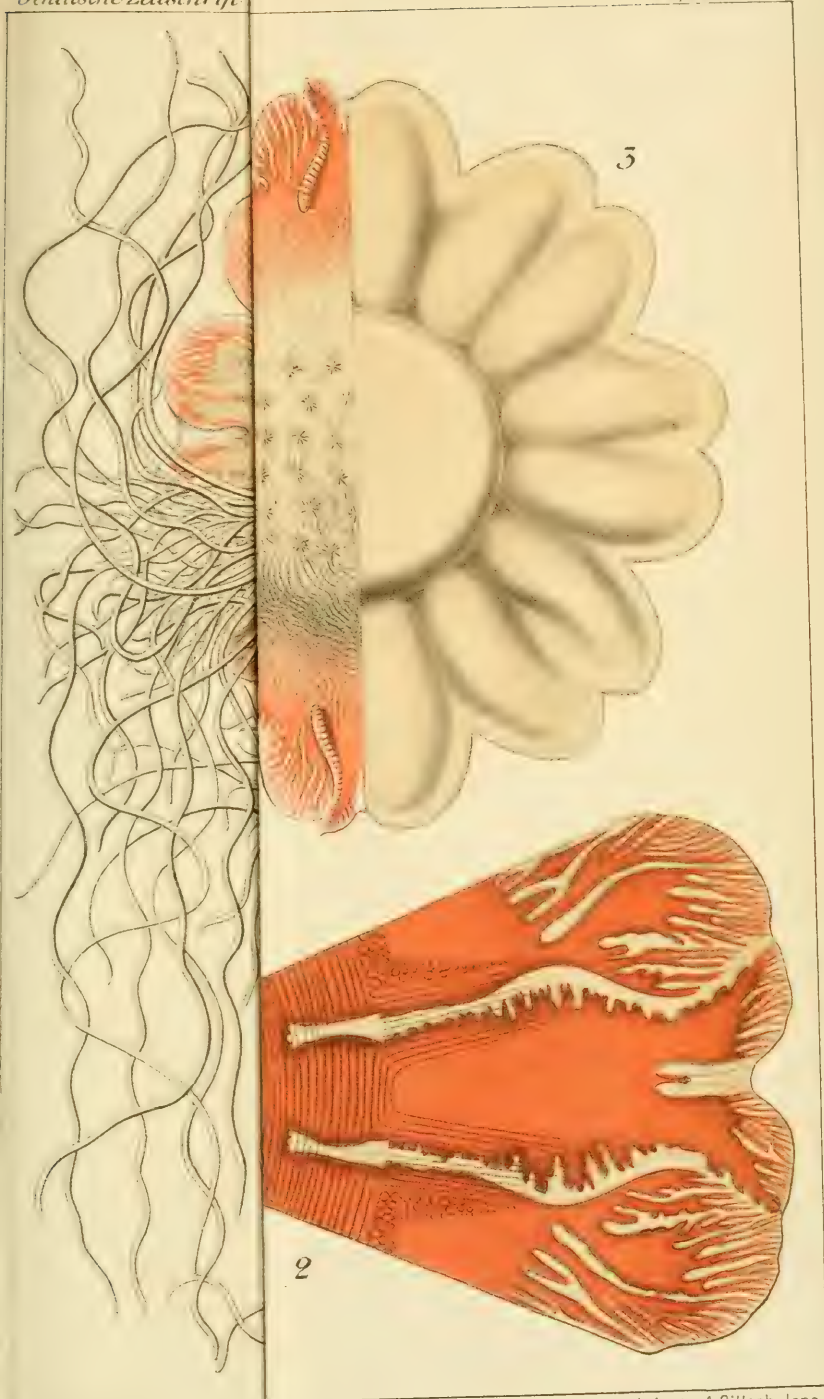


Verl. v. Gustav Fischer i. Jena. Lith. Anst. v. A. Giltsch, Jena.


5
a
b
a
9
a
8
b
a
b
11
a
14
15
b

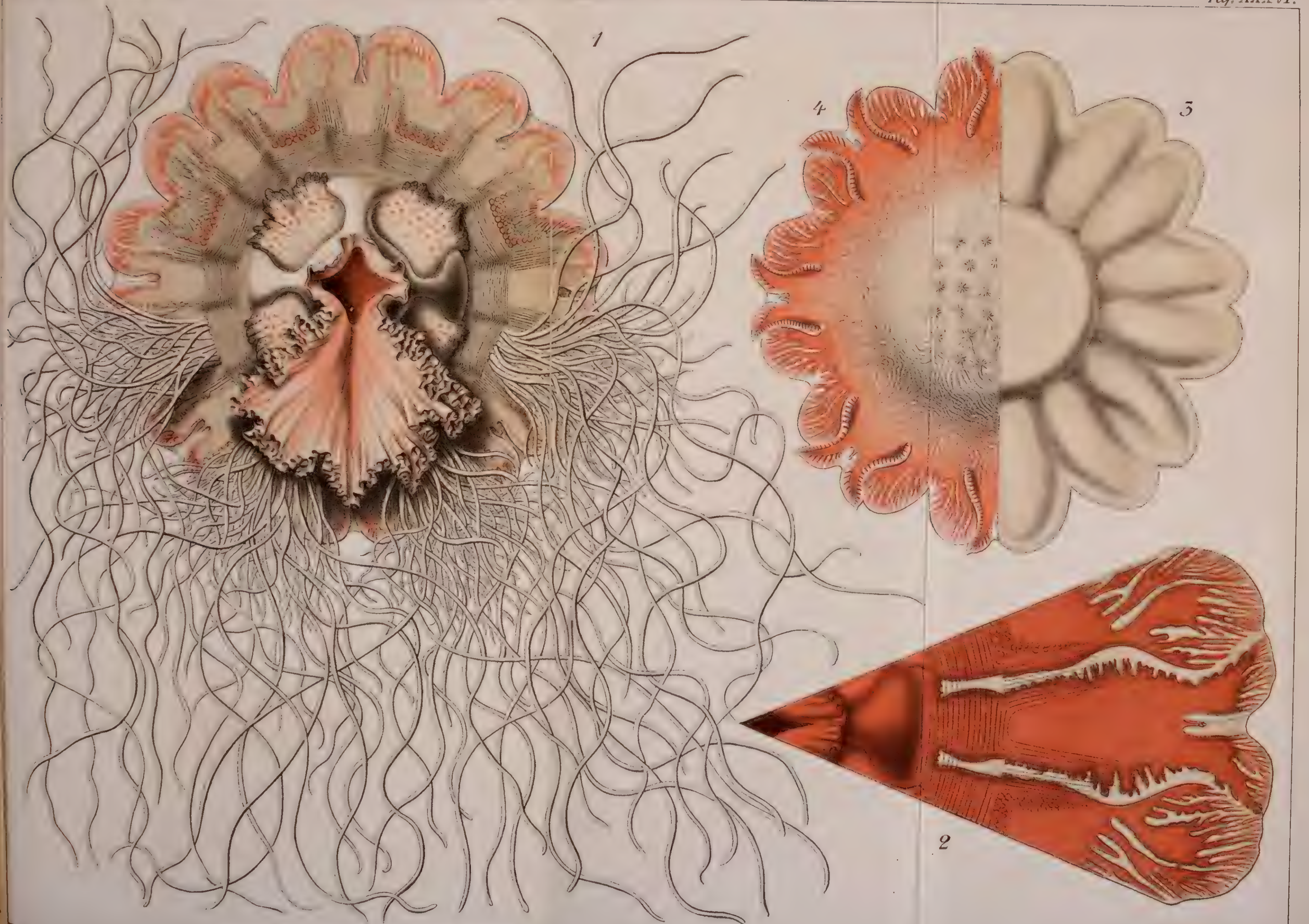


4
a
b
5
a
b
6
7
8
a
b
9
10
a
b
c
11
a
b
12
13
14
15
2
3



Wilh. Haacke del.

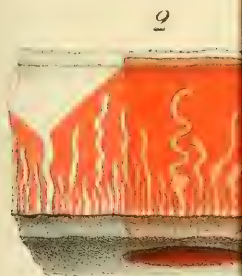
Lith. Anst. v. A. Giltsch, Jena



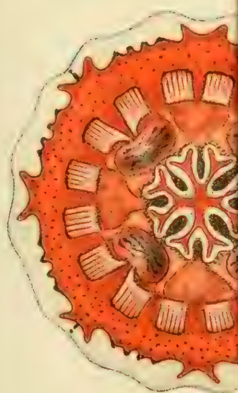
Wilh. Haacke del.
Verl. v. Gustav Fischer i. Jena.
Lith. Anst. v. A. Giltsch, Jena

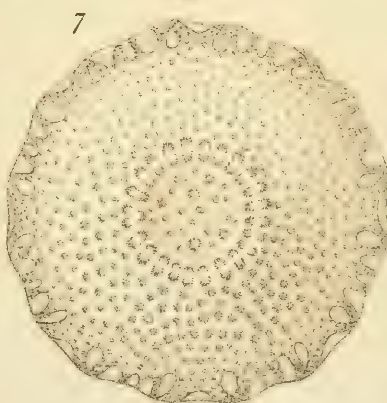






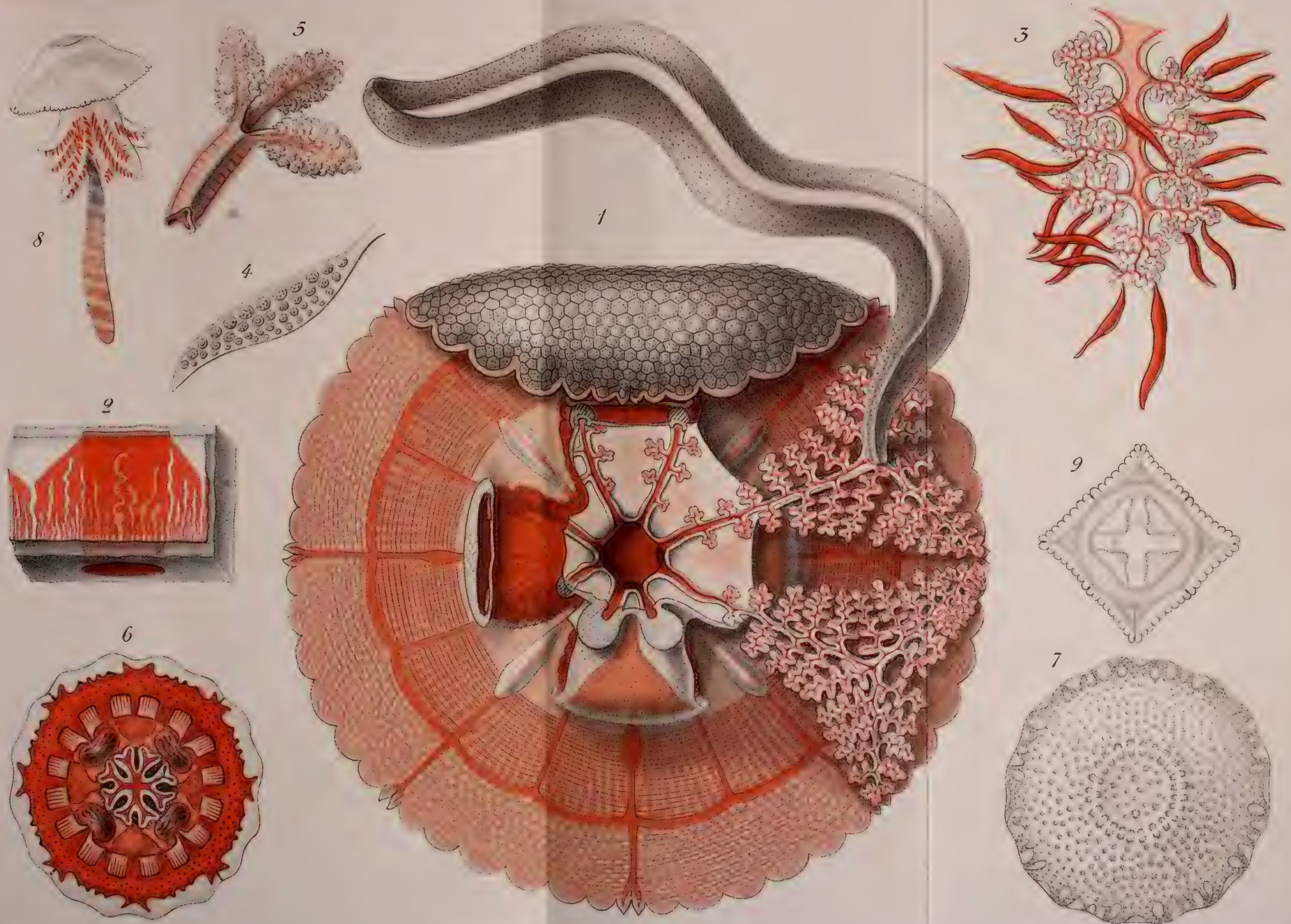






Wilh. Haacke del.

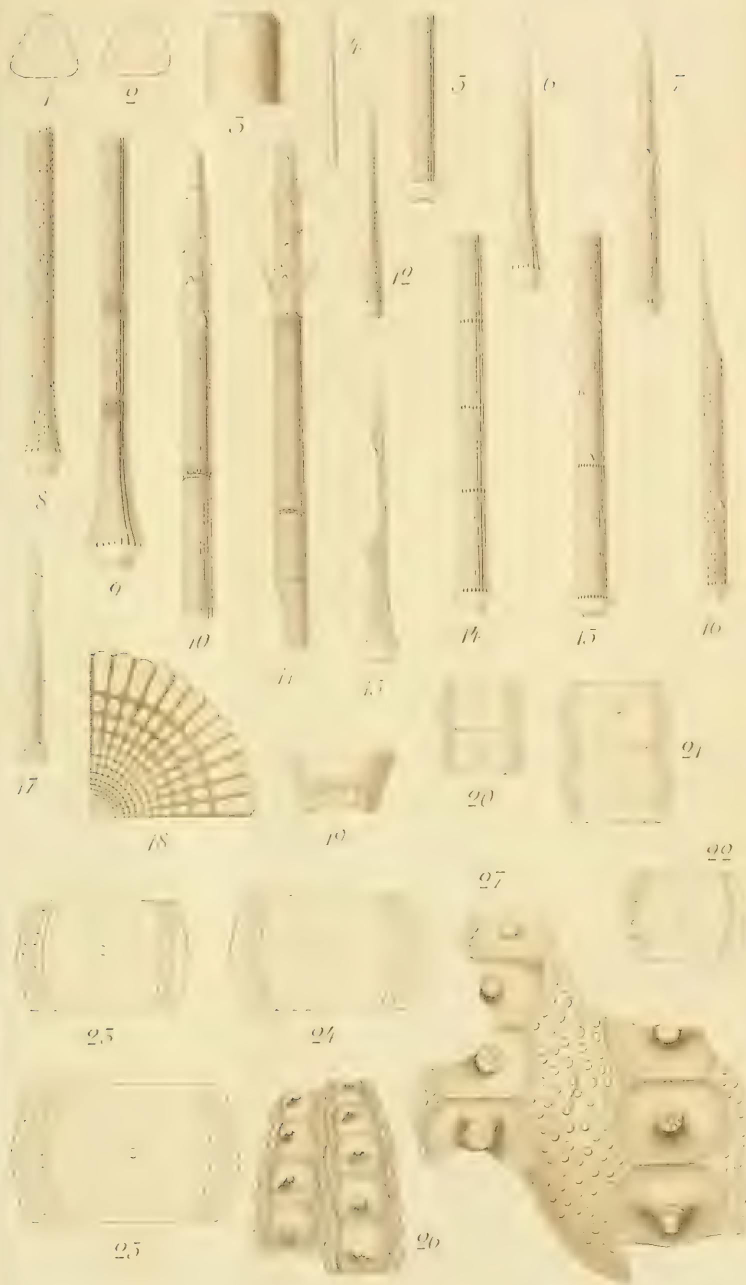
Lith. Anst. v. A. Giltsch, Jena.



Wilh. Haacke del.

Verl. v. Gustav Fischer i. Jena

Lith. Anst. v. A. Giltsch, Jena.



v. Gustav Fischer, Jena.

SITZUNGSBERICHTE

DER

JENAISCHEN GESELLSCHAFT

FÜR

MEDICIN UND NATURWISSENSCHAFT

FÜR DAS JAHR

1886.

SUPPLEMENT ZUR ZEITSCHRIFT FÜR NATURWISSENSCHAFT.
BAND XX.

JENA,
VERLAG VON GUSTAV FISCHER.
1887.

Inhalt.

	Seite
Mikroskopische Futtermittel-Untersuchung. Von Liebscher	1
Die elektro-magnetische Drehung natürlichen Lichts. Von Sohncke	4
Dystrophia muscularis (Erb). Von Roßbach	8
Über eine Meduse mit vielen Magenschläuchen. Von Arnold Lang	8
Die forensische Bedeutung des Hämatoms des Sternocleidomastoideus am neugeborenen Kinde. Von Otto Küstner	9
Über den Befruchtungs- und Teilungsvorgang des tierischen Eies unter dem Einfluß äußerer Agentien. Von O. Hertwig	17
Zur Wirkung der Mittelsalze. Von Leubuscher	24
Zur Lokalisation der Tastempfindung. Von Leubuscher	34
Über Sphygmographie. Von Preyer	37
Untersuchungen über den chemischen Bau der Eiweißstoffe. Von C. Fr. W. Krukenberg	39
Zur Beurteilung des Nährwertes der sog. Leube-Rosenthal'schen Fleischsolution. Von C. Fr. W. Krukenberg	60
Vorläufige Mitteilungen zur Morphologie der Echiniden. Von Otto Hamann	67
Über Veränderungen der Außenwandungen der Epidermiszellen von Euphorbia cyparissias, palustris und mauritanica. Von C. Frommann	74

Amnestische Aphasie. Von Delbrück	91
Über den Bitterstoff der Kalmuswurzel. Von Reichardt	99
Über pflanzliche Handelsprodukte. Von Detmer	102
Über Neue Mikroskope. Von Abbe	107
Über die Einwirkung niederer Temperaturen auf Pflanzen. Von Detmer	129
Eine neue Theorie der Düngung. Von Liebscher	131
Erklärung. Von Leube und Rosenthal	134

Seite
Erklärung. Von Krukenberg 134
Vorläufige Mitteilungen zur Morphologie der Echiniden. Von Otto Hamann 135

Über Tiefsee-Boden. Von Ernst Haeckel 139
Über neuentdeckte Radiolarien der Kreide und einiger älterer Schichten. Von Rüst 143
Über die biologische Bedeutung der Rhaphiden. Von Stahl . 145
Über die Geologie von Helgoland und die Bedeutung der Laminarien für die Abrasion der Insel. Von Walther . . . 147
Mitgliederverzeichnis 149
Bericht des Bibliothekars über den Tauschverkehr der Gesellschaft im Jahre 1886 151

Supplement

Sitzungsberichte 1886.

I. Heft.

1. Sitzung am 8. Januar 1886.

1) Zuerst sprach Herr Liebscher über

mikroskopische Futtermittel-Untersuchung.

Auf dem Gebiete der Futtermittel-Untersuchung finden wir in den letzten Jahren nach verschiedener Richtung hin eine rege Thätigkeit, um die Untersuchungsmethode mehr und mehr zu vervollkommnen. Ganz abgesehen von vielerlei apparativen Verbesserungen suchte man mit bestem Erfolge Methoden auf, welche z. B. einen näheren Einblick in die Gruppe der stickstoffhaltigen Futtermittelbestandtheile gestatten, so dass man jetzt bei der Analyse nicht mehr blos das „Rohprotein", sondern erwünschtenfalls nebeneinander die Menge der Amide, der Nitrate und der reinen Eiweissstoffe etc. mit Leichtigkeit zu bestimmen vermag, ja man arbeitet an Methoden der Analyse, welche bezwecken, direkt die Menge der verdaulichen Substanz ohne Fütterungsversuche festzustellen. Verhältnissmässig ist jedoch, neben all diesen quantitativen Untersuchungsmethoden, die Ausbildung der qualitativen Futtermittelanalyse vernachlässigt worden. Die Aufgabe der letzteren ist eine ziemlich mannigfaltige, sie hat im Stalle durch Fütterungsversuche die diätetischen Wirkungen der einzelnen Futterstoffe festzustellen, und sie hat im Laboratorium uns darüber Auskunft zu geben, ob dieselben nicht etwa in Folge fehlerhafter Behandlung durch Schimmelpilze etc. verdorben sind und aus was für Materialien sie hergestellt worden sind, aber nur die letztere Frage soll uns hier beschäftigen.

Da die Futtermittel des Handels zum grössten Theile die Rückstände von der technischen Verarbeitung der verschiedenar-

tigsten Sämereien vorstellen, die namentlich bei der Oel- und Mehl-Gewinnung benutzt werden, so ist die Feststellung ihrer Identität wesentlich begründet auf der Kenntniss der Samen und besonders des anatomischen Baues der Samenschalen. Die Untersuchung der Schalenfragmente in den Futterstoffen hat man nun meist so ausgeführt, dass man Querschnitte davon mikroskopisch untersuchte, es ist diese Methode aber so zeitraubend, dass sie für die Futtermittelcontrole nur hier und da angewendet werden kann. Der Vortragende hat sich deshalb bemüht, diese Arbeit zu vereinfachen, und es ist dies dadurch geglückt, dass alle diejenigen Materialien, aus welchen die landläufigen Kraftfuttermittel dargestellt werden, in den resistenteren Bestandtheilen, welche man als „Rohfaser" nach der successiven Behandlung mit Natronlauge und Schwefelsäure isoliren kann, wohl characterisirte Formelemente erkennen lassen. Weil bei dieser Behandlung Stärke, Fett und Eiweiss nebst vielen Farbstoffen in Lösung übergeführt werden und das mikroskopische Bild nicht mehr zu stören vermögen, so ist es möglich, die Rückstände ohne weiteres bei schwacher Vergrösserung (40 - 100 fach) zu betrachten und schon hierbei fast in allen Fällen mit Sicherheit zu bestimmen, mit was für Material man es zu thun hat.

Da man so in wenigen Minuten Dutzende von Schalenfragmenten etc. durchzumustern im Stande ist, so ist es nach dieser Methode, die nur in seltenen Zweifelsfällen die Anfertigung von Querschnitten nöthig macht, möglich, auch die Feststellung der Materialien, aus welchen ein Futterstoff besteht, unter die regelmässigen Arbeiten der Controlstationen aufzunehmen. Erläutert wurde das Gesagte an dem Beispiele der verschiedenen Brassica- und Sinapis-species, welche man bis jetzt in den Rapskuchen aufgefunden hat.

An allen hierher gehörigen Samen ist das Auffälligste die sogenannte Stäbchenschicht der Samenschale und demnächst die Epidermis. Erstere besteht aus stäbchenförmigen, radial gestellten Zellen, welche der Schale ihre Festigkeit verleihen und ihr, bei den dunkeln Sorten, auch ihre braune Färbung ertheilen; sie sind aber nicht gleich lang, vielmehr ist eine Anzahl längerer Zellen so vertheilt, dass diese netzförmige Verdickungsleisten auf der Oberfläche des Samens bilden, welche bei der Betrachtung unter dem Mikroskope aussehen, als sei die kleinzellige Stäbchenschicht mit einem grossmaschigen Schattennetze überspannt. Diese Schattenlinien sind nun bei einigen Formen, selbst bei der schwachen Vergrösserung mit Zeiss's Objectiv A (ca. 40—50 fach)

nicht erkennbar, bei andern sieht man sie hiermit deutlich, aber sie sind doch noch so schwach, dass sie bei der Betrachtung mit Objectiv C (ca. 120—150fache Vergrösserung) fast verschwinden, und bei einer dritten Gruppe von Samen sind sie so stark entwickelt, dass sie mit Objectiv C und noch mit stärkeren Systemen sehr auffällig sind.

Die erste Gruppe umfasst folgende Species:

1) Sinapis arvensis, weiter noch kenntlich durch die kleinsten Stäbchenzellen, die das Zelllumen nur undeutlich, die Grenzlinie zwischen den Stäbchenzellen gar nicht erkennen lassen.

2) Brassica Napus oleifera. Zelllumen und Grenzlinien der Stäbchenzellen deutlich sichtbar, Wandstärke der Zellen ebenso gross oder grösser als der Durchmesser des Zelllumens.

3) Brassica oleracea. Die Form der Zellen ist unregelmässiger als bei allen andern Species, ihre Wände sind viel dünner als bei den übrigen, das Zelllumen dagegen viel weiter, es ist dies auch erheblich bedeutender als die Wandstärke.

4) Brassica glauca (gelber indischer Raps). Form der Zellen wie bei 2, aber durch das Fehlen des braunen Pigmentes sicher characterisirt.

Zur zweiten Gruppe gehören:

5) Brassica rapa oleifera.

6) Brassica dichotoma (Brauner indischer Raps).

7) Sinapis alba.

No. 5 und 6 unterscheiden sich dadurch von einander, dass einmal der Zelldurchmesser bei 6 erheblich grösser ist als bei 5, dann aber namentlich dadurch, dass No. 6 eine in Wasser gallertig aufquellende, No. 5 aber eine feste dünne Epidermis besitzt. Diesen Unterschied kann man an einer nur mit Wasser gekochten Probe bereits mit blossen Augen leicht erkennen. Zwischen 5 und 2 kann unter Umständen wohl auch einmal eine Verwechslung vorkommen, wenn man nicht darauf achtet, dass die Grenze zwischen den Stäbchenzellen sich bei 2 erheblich schärfer markirt als bei 5. 7 ist durch eine stark quellende Epidermis kenntlich, deren äusserste feste Membran sich in farblosen Platten loslöst, die fast wie Bienenzellen aussehen; ausserdem ist 7 farblos wie 4, von dem es aber durch das Gruppenmerkmal, das Schattennetz, sicher unterschieden ist.

Zur dritten Gruppe gehören nur 2 Formen, nämlich:

8) Brassica ramosa (punktirter indischer Raps) und

9) Brassica nigra.

Die Maschenweite des Schattennetzes, die bei 8 ca. 120 micra, bei 9 aber nur ca. 60 micra beträgt, ist hier das sicherste und einfachste Unterscheidungsmerkmal, denn die kleinsten Maschen von 8 sind etwa so gross als die grössten von 9.

2) Darauf sprach Herr Sohncke über:

Die elektro-magnetische Drehung natürlichen Lichts.

Seit etwa vierzig Jahren kennt man durch Faradays bahnbrechende Untersuchungen eine Einwirkung elektromagnetischer Kräfte auf polarisirtes Licht; es liegt nahe zu fragen, ob auch unpolarisirtes, natürliches Licht durch solche Kräfte irgendwie beeinflusst wird. Die Beantwortung dieser Frage gelingt auf Grund folgender Überlegung. Bekanntlich sind zwei aus derselben Quelle stammende Lichtstrahlen fähig, miteinander zu interferiren, wenn sie entweder parallel polarisirt, oder auch wenn sie natürliche Strahlen sind; dagegen sind sie nicht interferenzfähig, wenn sie senkrecht zu einander polarisirt sind. Dass sich parallel polarisirtes und natürliches Licht in dieser Beziehung gleich verhalten, ist nach unseren Vorstellungen vom Wesen des natürlichen Lichts begreiflich; denn wenn in einem natürlichen Strahl die Schwingungsebene mit grosser Geschwindigkeit ihre Stellung ändert, wobei sich aber doch immer viele tausend aufeinanderfolgende Schwingungen in derselben Ebene vollziehen, so sind zwei an dem Interferenzorte zusammentreffende natürliche Strahlen in jedem Augenblick als parallel polarisirte ansehbar. Wenn es nun gelingt, den einen von zwei natürlichen Strahlen, welche für gewöhnlich interferiren, durch elektromagnetische Kräfte so zu beeinflussen, dass am Orte der Interferenz seine Schwingungsrichtung in jedem Augenblick um 90° gegen die des anderen gedreht ist, so müssen sich beide Strahlen jetzt wie zwei senkrecht aufeinander polarisirte verhalten, d. h. sie müssen ihre Interferenzfähigkeit verloren haben. Man lasse also natürliches Licht von einem entfernten Spalt auf zwei einander sehr nahe parallele Spalten eines undurchsichtigen Schirms fallen, stelle darauf in den Weg eines jeden der beiden Strahlenbündel ein Stück Faraday'schen Glases, jedoch in hinreichend verschiedener Entfernung hinter den zwei Spalten, so dass man um jedes Glas für sich eine Magnetisirungsrolle herumführen kann, und schicke durch beide Rollen in entgegengesetztem Sinne einen elektrischen Strom. Wenn der Strom so stark ist, dass er in jedem Glase die Polari-

sationsebene eines geradlinig polarisirten Strahls um 45° drehen würde, und wenn natürliches Licht in entsprechender Weise wie polarisirtes durch den Strom beeinflusst wird, so muss jetzt die anfänglich vorhanden gewesene Interferenzerscheinung verschwunden sein, weil die Schwingungen beider Strahlen jetzt um 90° gegen einander gedreht sind.

Als ich diesen Gedankengang gelegentlich Herrn Prof. Abbe mittheilte, erfuhr ich von ihm, dass er schon früher eine ganz entsprechende Überlegung angestellt hat, die sich allerdings nicht auf die elektromagnetische, sondern lediglich auf die natürliche Drehung (des Quarz etc.) bezog. Durch Vorsetzung eines Rechts- und eines Linksquarz von der Dicke 1,88 mm (wodurch die Polarisationsebene des hellsten Spektralgelb etwa um 45° nach rechts bezüglich links gedreht würde) vor die beiden Spalte hat Herr Abbe bei Anwendung natürlichen Lichts die Interferenzstreifen wirklich verschwinden gesehen, während bei Anwendung doppelt so dicker Quarze (welche also die Schwingungen um 180° gegeneinander drehen) wieder Interferenzstreifen vorhanden waren.

Diese Abbe'schen Beobachtungen habe ich benutzt, um die Frage der elektromagnetischen Drehung natürlichen Lichts in etwas bequemerer Art als vorher dargelegt zu beantworten. Dabei erwies sich namentlich eine leicht aus Abbe's Beobachtungen zu ziehende Folgerung von Werth, welche ich zunächst entwickeln will

Die durch zwei Parallelspalte — beleuchtet von einem fernen Spalt — erzeugte Interferenzerscheinung, die bei Anwendung von Sonnenlicht objektiv auf einem Schirm entsteht, bei Anwendung schwächerer Lichtquellen aber am besten direkt mit einer Lupe aufgefangen wird, besteht bekanntlich aus einer Reihe heller und dunkler Streifen. Die Mitte der Erscheinung wird von einem hellen Streifen gebildet, weil ja hier Strahlen zusammenkommen, die gleich lange Wege in demselben Medium zurückgelegt haben. Lässt man aber eins der beiden Strahlenbündel durch einen Rechtsquarz, das andere durch einen gleich dicken Linksquarz gehen, welche die Schwingungsebene polarisirten Lichts um 90° bezüglich nach rechts und links drehen würden, so treffen in der Mitte der Erscheinung zwei Strahlen zusammen, die freilich gleich lange Wege gemacht haben, die aber in Folge der entgegengesetzten Drehwirkung beider Quarzplatten in genau entgegengesetzter Phase befindlich sind, sich also vernichten müssen. Die Mitte der Erscheinung muss also jetzt von einem schwarzen Streifen gebildet werden.

Von der Richtigkeit dieser Folgerung habe ich mich durch vielfach abgeänderte Versuche überzeugt. Zuerst stellt man den aus einer rechts und einer links drehenden Hälfte bestehenden Biquarz so, dass eine und dieselbe Hälfte vor beiden Spalten steht. Dann ist die Erscheinung gleich derjenigen bei fehlendem Quarz, nur liegt sie an einem wenig anderen Orte im Raum, weil die Quarzplatte (kaum merklich) prismatisch war. Der Ort und das Aussehen der Erscheinung bleiben völlig unverändert, wenn die andere Quarzhälfte vor beide Spalten gestellt wird. Sobald aber der Biquarz so gestellt wurde, dass die rechts drehende Hälfte vor dem einen Spalt, die links drehende vor dem anderen stand, so änderte sich die Erscheinung mit einem Ruck, indem sich die Streifen um einen halben Streifenabstand verschoben, helle und dunkle Streifen also ihre Lage vertauschten.

Weil bei Anwendung weissen Lichts nur ganz wenige Streifen des Mittelfeldes rein weiss und schwarz erscheinen, die weiter seitlich gelegenen aber farbig, so ist es immer nicht schwer, die Mitte der ganzen Erscheinung zu erkennen und sich davon zu überzeugen, dass sie jetzt von einem schwarzen Streifen eingenommen wird, während vorher dort ein weisser war.

Denkt man sich den bisher benutzten Biquarz durch einen solchen von veränderbarer Dicke ersetzt, und giebt ihm zunächst äusserst geringe Dicke, so wird sich die Interferenzerscheinung zunächst noch kaum von derjenigen bei ganz fehlendem Quarz unterscheiden. Denkt man sich die Dicke des Biquarz nun zunehmen, so müssen die Interferenzstreifen immer undeutlicher werden, bis sie bei der Dicke 1,88 mm ganz verschwinden, (bei Anwendung weissen Lichts statt gelben allerdings nicht ganz vollständig). Bei weiter zunehmender Dicke des Biquarz müssen dann die Interferenzstreifen wieder auftauchen, aber um den halben Abstand zweier dunkler Nachbarstreifen gegen einander verschoben.

Diese Ueberlegung führt nun zu derjenigen Versuchsanordnung, welche mir am geeignetsten schien, um die elektromagnetische Drehung natürlichen Lichts nachzuweisen. Man lässt die beiden zur Interferenz bestimmten Strahlenbündel natürlichen Lichts erst durch einen Doppelquarz von 1,88 mm Dicke gehen, wodurch die Interferenzstreifen zum Verschwinden gebracht werden. Sobald man jetzt durch die Drahtrollen, welche die beiden im Wege der zwei Strahlenbündel liegenden Stäbe Faraday'schen Glases umgeben, einen elektrischen Strom in der Weise schickt, dass die Drehwirkungen beider Rollen einander entgegengesetzt sind, so

müssen die Interferenzstreifen wieder erscheinen, falls wirklich eine elektromagnetische Drehung natürlichen Lichts existirt. Die Lage der auftauchenden Streifen muss aber verschieden sein, jenachdem die elektromagnetische Drehung in demselben oder in entgegengesetztem Sinne wie die durch die betreffende Quarzhälfte hervorgerufene Drehung stattfindet. Die Verschiebung der Streifen beim Uebergang von einer Stromrichtung zur anderen muss einen halben Streifenabstand betragen.

Genau wie vorausgesehen, gestalteten sich die Erscheinungen nun wirklich. Im Momente des Stromschlusses traten stets deutliche Interferenzstreifen auf. Dadurch ist die elektromagnetische Drehung natürlichen Lichts bewiesen. Wenn die Rollen dabei in entgegengesetztem Sinne umflossen wurden, als in welchem die Schwingungsrichtung des Strahls in der betreffenden Quarzhälfte schon gedreht war, so erschienen die Streifen am ursprünglichen Ort. War die Stromrichtung aber die umgekehrte, so erschienen die Streifen um den halben Streifenabstand verschoben. Im ersteren Falle kam also die Wirkung derjenigen einer Verringerung der Quarzdicke gleich: Die Schwingungsrichtung war durch den Strom entgegengesetzt gedreht als im Quarz. Im zweiten Falle wirkte der Strom so, als sei die Quarzdicke vermehrt: Die Schwingungsrichtung war durch den Strom ebenso gedreht wie im Quarz. Immer also erfolgt die elektromagnetische Drehung der Schwingungsrichtung eines natürlichen Lichtstrahls in demselben Sinne, in welchem der Strom das Glasstück umfliesst, ganz so wie es bei Anwendung geradlinig polarisirten Lichts bekannt ist.

Auf die Einzelnheiten der Ausführung soll hier nicht näher eingegangen werden (vergl. darüber meine Abhandlung in Wiedemann's Annalen, Bd. 27, 1886 pag. 203 ff.); nur in Betreff der Gläser — bezogen aus der optischen Werkstätte des Herrn Dr. Zeiss hier — sei bemerkt, dass jeder der beiden ganz gleichen Stäbe Faraday'schen Glases 142,5 mm lang und mit vorzüglich planparallelen polirten Endflächen versehen war. Die Drehung, welche die Polarisationsebene geradlinig polarisirten gelben Natriumlichts in einem solchen Glase durch einen Strom von 20 Ampères erfuhr, betrug 9°,2. Bei Ausführung der beschriebenen Versuche war der Strom, geliefert von einer Schuckert'schen Dynamo-Compoundmaschine, immer weit stärker als 20 Ampères.

Die Ergebnisse der Untersuchung sind folgende.

1. Es ist nachgewiesen, dass elektromagnetische Kräfte auf

natürliches Licht in entsprechender Weise wie auf polarisirtes drehend einwirken.

2. Es ist eine neue einfache Interferenzerscheinung beschrieben.

3. Die bisherige Ansicht vom Wesen des natürlichen Lichts im Vergleich zum polarisirten hat sich durch die Versuche über Drehung der natürlichen Lichtstrahlen sowohl ohne als mit Hilfe elektromagnetischer Kräfte als durchaus zutreffend erwiesen.

---

2. Sitzung am 22. Januar 1886.

1) Zuerst stellte Herr Rossbach einen Fall von

Dystrophia muscularis (Erb)

vor, bespricht die verschiedenen trophischen Störungen bei Rückenmarksleiden und die Schwerverständlichkeit gerade dieser Fälle von Dystrophie, wo trotz extremsten Muskelschwundes doch keine Entartungsreaction auftritt und trotz des symmetrischen Auftretens eine centrale Störung bis jetzt nicht aufgefunden werden konnte.

2) Darauf hielt Herr Arnold Lang einen Vortrag

Ueber eine Meduse mit vielen Magenschläuchen,

welche er in grosser Anzahl im Sommer 1885 in Neapel beobachtet hat. Die Meduse ist nahe verwandt mit Gastroblasta timida Keller. Verfasser giebt ihr den Namen G. Raffaelei und stellt sie zu der Leptomedusenfamilie der Aequoriden. Bei einem Exemplare wurden neun entwickelte Magenschläuche und zahlreiche Magenanlagen beobachtet, die an den Radialkanälen hervorsprossen. An jedem Radialkanal bildet sich ein Magen. Ein centraler Magen fehlt. Alle beobachteten Exemplare waren scheinbar unregelmässig gestaltet, mit verschieden grossen und verschieden alten Tentakeln, Magenschläuchen, Gonaden, Randbläschen und Radialkanälen. Es bilden sich in gesetzmässiger Weise immer neue Tentakel, Magenschläuche u. s. w. Neue Radialkanäle ent-

stehen als Centripetalkanäle vom Ringgefäss aus. Der Vortragende konstatirt, dass sich die jüngern, von ihm beobachteten Stadien durch successive, rechtwinkelig auf einander erfolgende Theilungen vermehren. Er zeigt, wie solche scheinbar unregelmässige Medusen entstehen müssen, wenn sich, ähnlich wie in den von Kölliker und Davidoff beobachteten Fällen, radiäre, Eucope-ähnliche Larvenformen durch successive Zweitheilung fortpflanzen. Später, bei den vom Vortragenden beobachteten ältern Stadien, halten die Theilungserscheinungen an der Scheibe nicht mehr gleichen Schritt mit den Theilungs- und Knospungserscheinungen am Gastrovascularsystem. Schliesslich hören erstere ganz auf, während letztere sich noch fortsetzen. Gastroblasta Raffaelei ist deshalb nach der Ansicht des Vortragenden als eine durch unvollständige Theilung entstandene Medusenkolonie zu betrachten. Der Vortragende weist auf analoge Erscheinungen bei den Riffkorallen hin und zieht Vergleiche zwischen Gastroblasta und den Siphonophoren Porpita und Velella.

Sitzung der Section für Heilkunde am 28. Januar 1886.

Herr Otto Küstner sprach über:

Die forensische Bedeutung des Hämatoms des Sternocleidomastoideus am neugeborenen Kinde.

In den meisten Publikationen [1]) über das Hämatom des Sternocleidomastoideus finde ich die Ansicht vertreten, dass diese Affektion die Folge starker Dehnung des Muskels sei.

Das ist richtig.

In allen diesen selben Publikationen aber ist implicite oder explicite die Ansicht vertreten, dass es ein in der Längsausdeh-

---

[1]) Die Litteratur findet man angegeben in Spiegelberg, Lehrbuch der Geburtshilfe. 2. Aufl. p. 732: Ausserdem Archives de Tocologie 1885. März. p. 276 und Olshausen, Klinische Beiträge 1884. p. 202.

nung des Halses wirkender manueller oder instrumenteller Zug gewesen sei, wodurch solche excessive und lädirende Dehnung des Sternocleidomastoideus erzeugt wurde, ein Zug, der, je nachdem die Geburt in Unterendlage oder Kopflage verlaufen war, am Rumpf oder Kopf angebracht gewesen sein konnte.

Diese Ansicht ist falsch.

Bei der hohen forensischen Bedeutung dieser Frage lohnt es sich, ihr entgegenzutreten.

Das ist mit dem bisherigen durch die Litteratur gelieferten Material in wirksamer Weise nicht zu bewerkstelligen; denn es bestehen diese suspiciösen Ansichten trotz zweier Publikationen über Hämatom nach spontanen Geburten.

Zunächst eine Geburtsgeschichte.

Am 22. Juni 1885 Abends 11 Uhr wurde ich zu der sehr gut gebauten erstgebärenden Kaufmannsfrau C. S. in J. gerufen. Sie kreisst am Ende der Gravidität seit Nachmittag. Wasserabfluss kurz vor meiner Ankunft. Ich finde 2. Steisslage, Steiss in der Beckenmitte, Muttermund 6 cm eröffnet. Um keine psychische Erregung hervorzurufen und nicht etwa die Wehen in unvortheilhafter Weise zu alteriren, sage ich der Kreissenden nichts von der pathologischen Kindeslage und beobachte ruhig die Geburt. Trotz sehr schlechter Wehen ist 2½ Uhr Morgens der Muttermund verstrichen, von jetzt an empfindet Kreissende, wenn auch nur, wie gewöhnlich bei Steisslagen, äusserst schwach das Gefühl, mitpressen zu müssen. 3 Uhr 50 Minuten schneidet der Steiss ein. 4 Uhr wird mit einer Wehe das Kind bis über den Nabel geboren. Die nächste Wehe, welche kurz darauf folgt, treibt den Rumpf bis an die Schultern aus, die eben so schnell darauf folgende Schultern und Kopf. Vom Durchschneiden des Steisses bis zur Geburt des Kopfes verliefen 2¼ Minuten. Die Schultern wurden, die linke über dem Damm, die rechte unter der Symphyse geboren, nach der Geburt der Schultern blieb der Rücken ziemlich steil nach dem rechten Schenkel der Mutter gewendet, der Kopf trat typisch, Kinn über dem Damm, Hinterhaupt unter der Schamfuge, aus. Damm absolut unverletzt.

Während der ganzen Geburt hatte ich müssig mit aufgestreifelten Hemdärmeln zwischen den Beinen der Kreissenden gesessen und hatte, da Alles normal und schnell genug verlief, buchstäblich zu nehmen, nicht die Hand weder an die Kreissende noch an das Kind gelegt. Ich betone das nochmals ausdrücklich, dass ich nicht einmal, das ist das wenigste, was gethan zu werden pflegt, den geborenen Kindsrumpf, während der Kopf noch in den Genitalien stak, etwas erhob. Ich benutzte geradezu diesen Fall als Lehrobjekt für die anwesende Hebamme, um ihr zu zeigen, wie lange man Steisslagen einem spontanen Verlauf überlassen kann und wie man nicht bei jeder Steisslage Arme lösen, Kopf entwickeln oder sonst wie manipuliren muss. Nach der Geburt schrie das Kind mit lauter Stimme.

Acht Wochen später wurde mir das Kind in die Sprechstunde gebracht und zeigt genau in der Mitte des linken Sternocleidomastoideus die charakteristische bohnengrosse, harte Geschwulst. Diese Geschwulst sei, wenn auch nicht von derselben Grösse, von der Hebamme und dem Vater am Kinde schon an seinem 2. Lebenstage bemerkt worden. Vielleicht ist von da ab von der Hebamme gequacksalbert worden und erst die Hartnäckigkeit des kleinen Tumors führte die ängstliche Mutter mir zu. Derselbe verschwand nach einigen Wochen.

Ich will, um die hohe Beweiskraft dieses Falles nicht zu schwächen, keinen weiteren Geburtsbericht geben von Fällen, wo ich nur nach unbedeutender Nachhilfe bei Steisslagen Hämatome entstehen sah. Das steht untrüglich nach dieser Beobachtung fest, Hämatome des Sternocleidomastoideus können entstehen bei spontan verlaufenden Geburten, ohne dass der geringste Zug am Kinde gewirkt hat. Wir nehmen daher die von anderen Autoren angegebenen Fälle, wo nach spontanen Geburten später Hämatome des Sternocleidomastoideus auftraten, für bare Münze und zwar zunächst diejenigen, welche nach einer in Unterendlage verlaufenen Geburt beobachtet wurden, und wittern irgend welche Illegalitäten der beobachtenden Hebamme, wenn später ein fragliches Hämatom auftrat, nicht eo ipso.

Wenn wir nun die Möglichkeit der Entstehung des Hämatoms bei spontanen Kopflagen verstehen wollen, müssen wir den Entstehungsmechanismus etwas näher betrachten.

Versuch:

An einer Kindesleiche präparire man den Sternocleidomastoideus frei und stecke dann in den Muskel 3 oder 4 Reissbrettzwecken so, dass die Reihe genau in der Längsrichtung des Muskels liegt und die Köpfe der Zwecken einander genau tangiren.

Jetzt nehme man die verschiedensten Bewegungen des Kopfes, oder auch, wenn man will, bei festliegendem Kopfe Bewegungen des Rumpfes vor. Dabei beobachtet man Folgendes: Streckungen des Halses bei genau nach vorn gewandtem Gesicht in irgend welcher Richtung lassen die Köpfe der Zwecken genau neben einander bleiben. Beugung des Kopfes nach derselben oder entgegengesetzten Seite, wo die Zwecken eingesteckt sind, lassen die Köpfe neben einander liegen. Eine Drehung des Kopfes mit dem Gesicht nach der entgegengesetzten Seite lässt die Köpfe ebenfalls neben einander oder verschiebt sie ein wenig unter einander. Eine Drehung des Kopfes mit dem Gesicht nach derjenigen Seite, auf welcher der Sternocleidomastoideus beobachtet wird, rückt die Köpfe der Zwecken weit auseinander, so weit, dass man zwischen je 2 Zwecken noch bequem eine dritte einschalten könnte. Der Durchmesser der von mir verwandten Zweckenköpfe beträgt 9 mm. Während also beim Ziehen am Halse gar keine

sichtbare Dehnung des Sternocleidomastoideus bewirkt wird, ist es einzig und allein eine Dehnung des Halses mit dem Gesicht nach derselben Seite, welche eine und zwar starke Dehnung des Sternocleidomastoideus bewirkt. Diese Dehnung betrug an einer frischen neugeborenen Leiche in der Mitte des Muskels auf einer Strecke von 27 mm wenigstens 20 mm!

Dieser Versuch, so einfach er ist, informirt uns vollständig über den Entstehungsmechanismus der fraglichen Hämatome. Es können weder Lateralflexionen des Kopfes noch Längszerrungen des Halses eine nennenswerthe Dehnung des Sternocleidomastoideus erzeugen, geschweige denn eine solche Dehnung, dass Gefässzerreissungen oder Rupturen umfänglicherer Muskelpartien die Folge wären.

Solche Dehnungen können nur durch Torsionen des Halses erzeugt werden und zwar nur durch erhebliche Torsionen des Gesichtes nach der gleichnamigen Seite.

Jetzt verliert der Umstand, dass auch bei spontan verlaufenen Unterendlagen gelegentlich einmal ein Hämatom des Sternocleidomastoideus entsteht, alles Auffallende.

In dem von mir beobachteten Falle trat die linke Schulter des Kindes über den Damm und folgte die rechte sofort unter dem Schambogen hervor. Um dieselbe Zeit aber, wo die Schultern entsprechend der Rima vulvae, entsprechend dem geraden Durchmesser des Beckenausgangs verliefen, musste sich der Kopf, der nun auch in den Beckenausgang rückte, mit dem Gesicht in die Kreuzbeinaushöhlung drehen, so dass das Kinn genau über die linke Schulter zu stehen kam. Folge: grösstmögliche Dehnung des linken Sternocleidomastoideus — Verletzung des Muskels.

Die von mir beobachtete Steisslage verlief nun aber ausserordentlich typisch und leicht; was Wunder, wenn Bohn ebenfalls ein Hämatom bei einer spontan verlaufenen Steisslage beobachtete?

Lässt man die einzelnen Phasen des Steisslagenmechanismus an sich vorübergehen, so ergiebt sich, dass der Akt der Schulter- und Kopfgeburt wohl der einzige ist, bei welchem der Hals einer Drehung ausgesetzt werden kann. Und auch bloss wieder unter einer Bedingung, nämlich, wenn die Schultern fast im geraden Durchmesser austreten. Treten, wie häufig, die Schultern mehr quer oder schräg aus, so behält der Kopf, während er durchs Becken in den Beckenausgang tritt, mehr eine natürliche Haltung

zu den Schultern, und nennenswerthe Drehung findet nicht statt, also auch keine Verletzung.

Der obengedachte Mechanismus, Schultern im geraden Durchmesser austretend, erfolgt mit Vorliebe bei Primiparen und überhaupt dann, wenn die Verhältnisse zwischen Mutter und Kind nicht zwar pathologisch eng, aber doch knapp zu nennen sind. Die Verletzung muss dann um so leichter entstehen, je schneller die einzelnen Drehungen des Mechanismus auf einander folgen; sie muss bei der typisch verlaufenden Unterendlage stets den nach hinten gelegenen Sternocleidomastoideus treffen. Bei dorsoanterior verlaufenden Unterendlagen dagegen kann auch der nach vorn gelegene Sternocleidomastoideus die pathologische Dehnung erfahren. Ganz analog liegen die Verhältnisse, wenn die Unterendlage durch Nachhilfe beendet wird. Werden behufs Lösung der Arme sehr energische Drehungen der Schultern vorgenommen und befindet sich dabei der Kopf schon mit seinem Längsdurchmesser im geraden Durchmesser des Beckens unbeweglich, so kann man unter Umständen bei diesen Manipulationen beide Sternocleidomastoidei verletzen. Am häufigsten wird der verletzt werden, welcher auf der Seite des zuletzt gelösten Armes liegt.

Ich habe schon sehr lange die Gewohnheit, bei der Extraktion an den Schultern gar nicht zu drehen, sondern die Arme da zu lösen, wo sie sich mir bieten. Vielleicht ist das der Grund, warum ich relativ wenig Läsionen des Sternocleidomastoideus gemacht habe, und wenn meine Nachfolger im Amte, als poliklinische Assistenten in Halle ähnliche Principien hatten, so werden sie ebenfalls wenig Sternocleidomastoideus-Läsionen beobachtet haben. Vielleicht erklärt sich so die Thatsache, dass Olshausen beim Durchsehen seiner poliklinischen Geburtsjournale gerade nach der Extraktion am Fusse so auffallend wenig Hämatome des Sternocleidomastoideus notirt fand.

Ich hatte früher die Beobachtung experimentell an der Leiche gemacht [2]), dass der Sternocleidomastoideus in seiner Kontinuität kräftiger sein kann als die Clavikel, an der er inserirt; und ich halte es heute nach den obigen Erörterungen für denkbar, dass einmal bei starker Drehung des Kopfes oder Halses, anstatt dass

---

[2]) Küstner, Die typischen Verletzungen der Extremitätenknochen etc. Halle, 1877. p. 16.

der Muskel zerreisst, die Diaphyse der Clavikel aus ihrer sternalen Epiphyse herausgerissen wird. Ruge beobachtete Hämatom und diese Verletzung neben einander; nicht ausgeschlossen bleibt natürlich, dass jede dieser Verletzungen ihre besondere veranlassende Gewalt gehabt haben kann, so dass also z. B. das Hämatom durch Drehung des Halses, die Diaphysendivulsion der Clavikel durch Fingerdruck auf diesen Knochen erzeugt wäre.

Dagegen kann meiner Ansicht nach durch blossen Zug am Halse weder bei Anwendung des Prager noch des Veit-Smellie'schen Handgriffes eine Verletzung des Sternocleidomastoideus entstehen — ausgenommen, wenn bereits die Halswirbelsäule zerrissen ist.

Dasselbe gilt natürlich auch von den blossen Traktionen am geborenen Kopf, wenn der Rumpf noch in den Genitalien steckt.

Einer besonderen Erwähnung bedürfen diejenigen Hämatome des Sternocleidomastoideus, welche nach schwierigen Zangenoperationen gefunden werden. Soviel ich weiss, sind es ausser einer früheren französischen Publikation von Melchiori zwei Veröffentlichungen, welche diese besonders erwähnen, von Olshausen und Charpentier, erschienen etwa gleichzeitig vor einem Jahre.

Beide Autoren leiten diese Hämatome von direkter Zangenquetschung oder vom Zangendruck ab. Es ist ganz zweifellos, dass das der Fall sein kann. Bedenken wir, dass Facialisparesen bei schräg angelegter Zange recht häufig sind, dass diese meist dadurch entstehen, dass der Apex forcipis auf den Austritt des Nerven aus dem Foramen stylomastoideum drückt und nicht, wie meist angenommen wird, auf den vor dem Ohr gelegenen Pes anserinus, so kann es nichts Auffallendes haben, wenn bei schräger Zangenanlegung auch einmal der in derselben Gegend belegene Muskel so gequetscht wird, dass es zu einem Blutaustritte kommt. Während nun bei den drei Olshausen'schen Fällen keine Details über Kopfstellung und Modus der Zangenanlegung sich finden, ist von Charpentier ausdrücklichst erwähnt, dass stets der Kopf quer oder sehr schräg gestanden habe und dass er mit der Zange eine starke Rotation ausgeführt habe. Dreimal war die Kopfstellung OIDP, d. h. die kleine Fontanelle stand rechts hinten, und jedes Mal gelang es Charpentier, sie mit der Zange nach vorn zu drehen.

Nun sind es aber auch bei den Kopflagen fast stets die nach hinten belegenen Sternocleidomastoidei, welche später das Hämatom zeigen, so z. B. bei den 3 oben erwähnten Charpentier'schen Fällen jedes Mal der rechte Sternocleidomastoideus. Liegt es da nach dem obigen Experiment nicht näher zu glauben, dass die starke Rotation, die, am Kopfe ausgeführt, den nach hinten gelegenen Sternocleidomastoideus enorm dehnen muss, allein schon ohne Zangendruck im Stande ist, die Läsion des Muskels zu bewirken? Dass der Druck eines scharfen Zangenapex eine weitere Schädlichkeit abgiebt und den Riss gerade an der Stelle zu Stande kommen lässt, wo der Apex schneidet, ist wohl leicht begreiflich. Ist das richtig, so müssen die bei Forceps entstehenden Hämatome in der oberen Hälfte des Sternocleidomastoideus liegen.

Uebrigens kommt, wenn dem Zangenapex ein Antheil an der Verletzung zugeschrieben werden soll, dann auf die Konstruktion der Zange viel an. Man wird dann mit den Zangen, welche an den Apices stark konvergiren, und welche im geschlossenen Zustande einen sehr geringen Apexabstand haben, leichter verletzen als mit denen, welche eine flachere Kopfkrümmung und einen weiten Apexabstand besitzen. Zu den ersteren würde also z. B. die Trefurt'sche und Hohl'sche, zu den letzteren zweckmässigeren die Busch'sche und die Wiener Zange gehören.

Ich darf nicht unerwähnt lassen, dass Pajot in der Diskussion über Charpentier's Vortrag den möglichen Einfluss der Rotation auf die Entstehung des Hämatoms betont. La rotation, qu'on a tenté d'imprimer à la tête foetale pendent l'accouchement, pour ramener l'occiput en avant, n'est peut-être pas étrangère à l'affection présentée par l'enfant que nous montre M. Charpentier? etc.

Wenn nun meine Ansicht richtig ist, dass blosse Rotation des Halses auch bei Kopflagen eben so wie bei Steisslagen genügt, ein Hämatom des Sternocleidomastoideus zu erzeugen, so muss ein solches auch bei spontanen Kopfgeburten entstehen können. Wir kennen aus der Litteratur 2 Fälle von Hämatom nach spontanen Kopfgeburten, einen von Stadfeldt und einen von Charpentier. Auch hier muss der Muskel die deletäre Dehnung dann erhalten, wenn der Kopf unabhängig vom Rumpfe starke Rotationen macht, also wenn der Kopf mit der Sagittalis sich in den geraden Beckendurchmesser dreht, wogegen der bisacromiale Durchmesser ebenfalls noch im geraden Beckendurchmesser stehen

bleibt und sich nicht der Kopfdrehung entsprechend zugleich in den queren Beckendurchmesser begiebt. Natürlich je schneller und gewaltsamer diese Kopfdrehung erfolgt, um so sicherer die Zerreissung des Musculus sternocleidomastoideus. Diese Zerreissung muss nach den obigen Erörterungen bei den typischen Hinterhauptslagen auch wieder an dem nach hinten gelegenen Sternocleidomastoideus liegen. In Charpentier's Falle handelte es sich um O. I. G. A., der lädirte Muskel war der linke. Vom Stadfeldt'schen Falle kenne ich keine Details.

Dagegen müssen wir, wenn bei Kopflagen der nach vorn gelegene Sternocleidomastoideus verletzt gefunden wird und direkte Läsion durch Druck und Quetschung ausgeschlossen werden kann (wie vielleicht in Charpentier's Fall No. 2, a. a. O. p. 280 oben, O. L. G. A. rechter Sternocleidomastoideus), an Abweichungen vom normalen Mechanismus, vielleicht an gleichzeitige Ueberdrehung der Schultern während der Geburt des Kopfes denken.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen formuliren wir in folgende Sätze:

1) Das Hämatom des Sternocleidomastoideus entsteht nicht durch Längsdehnung und Streckung des Halses, sondern durch Torsion desselben.

2) Da starke Torsionen des Halses auch bei spontanen Geburten vorkommen, so kann das Hämatom auch bei spontanen Geburten entstehen und zwar sowohl bei den in Unterendlage, als in Kopflage verlaufenden.

3) Sonach dürfen wir aus dem Bestehen eines Hämatoms des Sternocleidomastoideus niemals schliessen, dass bei der Geburt manuelle oder instrumentelle Nachhilfe angewendet worden sei.

---

3. Sitzung am 5. Februar 1886.

1) Herr Oscar Hertwig theilte Untersuchungen mit:

„Ueber den Befruchtungs- und Theilungsvorgang des thierischen Eies unter dem Einfluss äusserer Agentien“.

Die Untersuchungen hatte Vortragender in Gemeinschaft mit seinem Bruder im Anschluss an ältere Beobachtungen während der Osterferien 1885 in Nervi an den Eiern des Strongylocentrotus lividus vorgenommen. Es galt, auf experimentellem Wege festzustellen, in wie weit die Befruchtungserscheinungen abgeändert werden können, wenn die Geschlechtsproducte — entweder die Eier oder die Spermatozoen — unmittelbar vor der Befruchtung unter den Einfluss solcher Agentien gebracht werden, von denen man weiss, dass durch sie die Protoplasmabewegung modificirt wird. Die Protoplasmabewegung thierischer und pflanzlicher Zellen aber kann vorübergehend beschleunigt oder verlangsamt werden 1. durch chemische Stoffe, unter welchen die Narcotica eine hervorragende Rolle spielen, 2. durch Wärme und Kälte, 3. durch mechanische Insulte, Erschütterung, Quetschung.

Nach allen 3 Richtungen wurden Experimente ausgeführt.

1) Von chemischen Stoffen kamen zur Verwendung Chloroform, Chloralhydrat, Morphium hydrochloricum, Cocain, Nicotin, Strychnium nitricum, Blausäure und Chinium sulfuricum. In Lösungen derselben wurden entweder die Eier allein oder die Samenfäden allein gebracht und nachdem sie in ihnen einige Minuten oder eine viertel, eine halbe oder selbst eine ganze Stunde gelegen hatten, wieder in reines Meerwasser übertragen und die Befruchtung vorgenommen. Im Grossen und Ganzen traten unter dem Einfluss der oben namhaft gemachten Reagentien ähnliche Veränderungen ein. Vortragender beschränkte sich daher darauf, die Ergebnisse zu berichten, welche er mit einer schwachen Nicotinlösung erhielt. Die Eier werden durch dieselbe in ihren Lebenseigenschaften schon nach wenigen Minuten alterirt, können aber, ohne abgetödtet zu werden, selbst 1 bis 2 Stunden in ihr verweilen. Bei mikroskopischer Untersuchung erscheinen sie zwar unverändert, aber bei Zusatz des Sperma wird der Befruchtungsvorgang ein pathologischer, indem anstatt eines einzigen Samen-

fadens zwei, drei und mehr, unter Umständen 10 bis 15 gleichzeitig in den Dotter eindringen. Hierbei lässt sich feststellen, dass der Grad der Vielbefruchtung oder Polyspermie in einem Abhängigkeitsverhältniss steht zu der Dauer der Nicotineinwirkung, mithin zu dem Grad der Schädigung, welche das Protoplasma durch das Nicotin erfahren hat.

Bei schwacher Einwirkung dringen in viele Eier zwei bis vier Samenfäden ein. Bei allen diesen Eiern hebt sich in Folge des Zusatzes des Samens sofort eine Dotterhaut von der Oberfläche des Eies ab, dann entstehen 2 bis 4 deutliche Empfängnisshügel und einige Minuten später werden in der Dotterrinde eine entsprechende Anzahl Spermakerne, die sich mit Strahlung umgeben, sichtbar.

Wenn die Nicotineinwirkung eine etwas stärkere ist, sei es, dass die gleiche Lösung längere Zeit oder eine concentrirtere Lösung angewandt wird, so gibt sich dies sofort schon daran zu erkennen, dass sich die Eihaut langsamer und an verschiedenen Stellen beginnend vom Dotter abhebt und dass der Zwischenraum zwischen beiden ein kleiner bleibt. Die Anzahl der Empfängnisshügel und der eingedrungenen Samenfäden ist auf 5 bis 10 vermehrt. Bei noch stärkerer Nicotinwirkung (Anwendung einer schwächeren Lösung während einer bis zwei Stunden) hebt sich die Eihaut bei der Befruchtung von der Dotteroberfläche nicht mehr ab. Zahlreiche, (10 und mehr) Samenfäden bohren sich in den Dotter ein, ohne dass an ihrer Eintrittsstelle ein Empfängnisshügel gebildet wird.

Bei den mehr oder minder stark überfruchteten Eiern erfahren Ei- und Spermakern eine Reihe regelmässiger Metamorphosen. Wenn zwei bis vier Samenfäden in den Dotter eingedrungen sind, so legen sich die aus ihnen entstandenen Spermakerne meist dem Eikern an. An diesem entwickeln sich nun zahlreichere Strahlungen und Attractionscentren und anstatt einer Spindel bildet sich aus dem überfruchteten Furchungskern ein kleinerer oder grösserer Spindelcomplex. Hierbei hängen die Spindeln unter einander in der Weise zusammen, dass 2 bis 4 mit ihren Spitzen in einem Attractionscentrum zusammenstossen. Wenn es darauf zur Theilung kommt, bilden sich so viel Kerne aus, als verschiedene Attractionscentren in dem Ei angelegt sind, indem in ihnen die Chromatinschleifen verschiedener Spindeln zusammentreffen. Auch die äusseren Erscheinungen der Furchung werden unregelmässige, indem von verschiedenen Stellen der Oberfläche aus Einfurchun-

gen entstehen, durch welche das Ei in mehrere grössere und kleinere Stücke zerlegt wird. Trotzdem kommt es später zur Entstehung von Blastulae und Gastrulae, und nach einigen Tagen haben sich sogar aus den überfruchteten Eiern Plutei entwickelt.

Wenn die Anzahl der eingedrungenen Samenfäden eine grössere ist, so copuliren einige mit dem Eikern, andere bleiben für sich im Dotter isolirt. Aus ersterem entsteht wieder ein verschiedenartiger Spindelcomplex. Die nicht zur Copulation gelangten Spermakerne vergrössern sich allmählich. Sie nehmen die Form eines Bläschens an, in dessen Innerem die chromatische Substanz zu einem kleinen Kügelchen zusammengeballt ist. Darauf gehen auch aus ihnen, indem sich noch eine zweite Strahlung entwickelt, kleine Spindeln hervor. Diese Spermaspindeln nun verbinden sich entweder noch nachträglich mit dem aus dem überfruchteten Furchungskern hervorgegangenen Spindelcomplex, oder sie treten untereinander, indem sie sich mit ihren Spitzen in einem Attractionscentrum zusammenfügen, zu selbständigen kleineren Spindelcomplexen zusammen. Auch in solchen Fällen kommt es schliesslich noch zu einer Art Furchungsprocess, indem auf der Oberfläche des Dotters zahlreiche Einschnürungen entstehen, durch welche er langsam in viele grössere und kleinere, häufig noch längere Zeit im Centrum durch Fäden verbundene Stücke zerlegt wird.

Die weiteren Entwicklungsformen werden immer mehr pathologisch. Nicht nur wird der Entwicklungsprocess verlangsamt, indem sich Blastulae und Gastrulae erst einige Tage später, als es normaler Weise geschehen sollte, bilden, sondern es sind dieselben auch verunstaltet. Das Innere der Blastulae zum Beispiel ist anstatt mit einem Gallertkern, mit grösseren und kleineren fettig glänzenden Kügelchen erfüllt. Auch spricht sich die durch längere Nicotineinwirkung hervorgerufene stärkere Schädigung des Protoplasma darin aus, dass ein grösserer Procentsatz der Eier von Tag zu Tag abstirbt und dass das Pluteusstadium nicht mehr erreicht wird.

In einer zweiten Reihe von Experimenten wurden die Samenfäden der Einwirkung chemischer Stoffe ausgesetzt, bevor sie zur Befruchtung verwandt wurden. Es ergab sich hierbei ein grosses Widerstandsvermögen derselben. In stärkeren Nicotinlösungen zum Beispiel, in welchen Eier rasch absterben, behalten dieselben noch $\frac{1}{2}$ bis 1 Stunde ihre Bewegungsfähigkeit bei und befruchten, zu Eiern hinzugefügt, augenblicklich in normaler Weise. Bei längerem Aufenthalt in der Lösung werden sie zwar bewegungslos,

sowie sie aber in frisches Meerwasser gebracht werden, gewinnen sie die Fähigkeit, sich zu bewegen, rasch wieder. Eine Störung des Befruchtungsvorganges kann durch Behandlung der Samenfäden mit chemischen Stoffen nicht erzielt werden. In allen Fällen, wo überhaupt noch Befruchtung eintritt, ist dieselbe auch eine normale.

2) Interessante Ergebnisse lieferten Experimente, in welchen die Eier vor der Befruchtung thermischen Veränderungen unterworfen wurden. In Anbetracht der knapp zugemessenen Zeit wurde von einer Herabsetzung der Temperatur durch Kältemischungen Abstand genommen, dagegen der Einfluss einer erhöhten Temperatur in einer 2fachen Weise geprüft; erstens der Einfluss einer protrahirten Wärmewirkung, zweitens der Einfluss einer kurz vorübergehenden Wärmesteigerung. In ersterem Falle wurde ein grösseres Eiquantum in einem mit Meerwasser gefüllten Reagensgläschen in Wasser getaucht, welches auf einer gleichmässigen Temperatur von 25° Reaumur erhalten wurde. Nach 10, 15, 30, 45, 60 Minuten etc. wurde ein Theil der im Reagensröhrchen erwärmten Eier mit einer Glasröhre herausgenommen und im Uhrschälchen befruchtet.

Schon eine nur 10 Minuten dauernde Erwärmung verändert die Eier. Zwar dringt in der Regel in dieselben nur ein einziges Spermatozoon ein, indessen kommt solches nicht nach 10 Minuten wie unter normalen Verhältnissen zur Verschmelzung mit dem Eikern, sondern verharrt längere Zeit in der Eirinde und geht für sich ebenso wie der Eikern Veränderungen ein. Ueberhaupt kommt es nur bei einem Theil der Eier überhaupt nach Ablauf von 2½ Stunden zu einer Theilung, bei welcher häufig die beiden Theilproducte von ungleicher Grösse werden.

Durch Erwärmung während 20,45 und 60 Minuten wird Polyspermie hervorgerufen, wobei sich wieder eine gewisse Proportion zwischen der Anzahl der eingedrungenen Samenfäden und der Dauer der Erwärmung constatiren lässt. Nach 20 Minuten Erwärmung kommen im Mittel auf jedes Ei etwa 2 Spermakerne, nach 45 Minuten etwa 3 bis 4, nach 1 Stunde etwa 4. Die in die Eier eingedrungenen Spermakerne erleiden ebenso wie der Eikern Veränderungen, ohne dass es jedoch zu einer Theilung kommt.

In der zweiten Reihe von Experimenten wurden Eier in einem kleinen Reagensröhrchen während 5 Minuten in Wasser von 35 Réaumur erwärmt und dann sofort befruchtet. Mit anderen Por-

tionen von Eiern wurde ebenso verfahren, nachdem sich das Wasser auf 34, 33, etc. bis auf 25° Réaumur abgekühlt hatte.

Wie in der ersten Reihe der Versuche verlängerte Wärmewirkung, so stört hier kurz vorübergehende Wärme, je intensiver dieselbe ist, umsomehr den Befruchtungsvorgang. Bei Temperaturen bis zu 25° Réaumur, wenn sie nur während 5 Minuten einwirken, ist der Befruchtungsvorgang normal. Bei 27° bis 29° Réaumur erfolgt Ueberfruchtung in steigender Progression, mit Abhebung der Eihaut. Bei 30° Réaumur ist die Ueberfruchtung eine sehr beträchtliche, wobei zugleich in Folge beginnender Wärmestarre des Protoplasma die Eihaut sich nur wenig abzuheben beginnt.

Bei 31° bis 38° Réaumur scheint Befruchtung auszubleiben, da sich die Eihaut nicht mehr abhebt und keine Befruchtungshügel etc. entstehen. Bei noch höheren Temperaturen beginnt der Dotter zu verquellen und in seiner Structur in wahrnehmbarer Weise geschädigt zu werden.

3) Drittens wurde geprüft, welche Erscheinungen beim Befruchtungsprocess eintreten, wenn die Eier durch mechanische Insulte gelitten haben. Zu dem Zweck wurde eine grössere Quantität Eier in einem mit Meerwasser halb gefüllten Reagensröhrchen zwanzig bis dreissig Minuten lang so heftig geschüttelt, dass sich die Flüssigkeit milchig trübte, weil sich die Gallerthüllen von der Dotterhaut meistentheils ablösten. In Folge der heftigen Erschütterungen wurden einige Eier verletzt, indem die Dotterhaut hie und da platzte und protoplasmatischer Inhalt aus dem Riss austrat. Das entleerte Protoplasma nahm gewöhnlich sofort Kugelgestalt an und blieb entweder mit dem Ei durch einen breiten Stiel verbunden oder bildete einen selbständigen bald grösseren, bald kleineren kugeligen Körper für sich. Zuweilen war auch der Eikern in das ausgetretene Protoplasma mit hineingerathen. Der weitaus grösste Theil der Eier aber blieb bei der angegebenen Behandlung, da die Hülle ziemlich fest und elastisch ist, vollkommen unverletzt, abgesehen von der Abstreifung der Gallerte. Derselbe wird denn auch bei Zusatz des Samens trotz der hochgradigen Erschütterung in normaler Weise befruchtet; hieran schliesst sich nach 2 Stunden regelmässige Zweitheilung an. Bei einem kleineren Theil und namentlich bei allen den Eiern, welche in Folge des Schüttelns eine Verletzung erlitten haben, zeigen sich pathologische Erscheinungen, insofern gewöhnlich 2 und mehr Samenfäden eindringen und zu ähnlichen Veränderungen führen,

wie sie an den mit Nicotin behandelten Eiern beobachtet wurden. Uebrigens ist es keineswegs gleichsam eine nothwendige Folge, dass, wenn ein Ei verletzt ist, nun auch mehrere Samenfäden eindringen müssten. Nicht selten wurden auch Eier gesehen, die obwohl ihrer Oberfläche ein hervorgequollener Protoplasmahöcker aufsass, im Innern nur eine Spermastrahlung oder auf einem späteren Stadium nur eine Spindel zeigten. Es kann ein Ei sogar sehr bedeutende Substanzverluste erlitten haben und auf die Hälfte oder ein Drittel seines Volumens reducirt worden sein, ohne desshalb, wenn es durch ein Spermatozoon allein befruchtet worden ist, seine normale Entwicklungsfähigkeit eingebüsst zu haben. Es wurden Zwergeier gesehen, die sich regulär theilten und sich zu ausserordentlich kleinen Gastrulae umbildeten.

Von besonderem Interesse in dieser Versuchsreihe scheint aber die Thatsache zu sein, dass abgesprengte Protoplasmatheile des Eies in Meerwasser eine gewisse Lebensfähigkeit noch geraume Zeit bewahren und dass sich die Samenfäden in dieselben nicht minder als in die intacten Eier einbohren. In kleineren Stücken sind 1 bis 2, in grösseren selbst 3 bis 7 Samenfäden nachgewiesen worden. Ihr Kopftheil wandelt sich auch hier, wobei er sich mit Strahlung umgibt, in einen Spermakern um. Dieser erfährt im Laufe von mehreren Stunden charakteristische Veränderungen. Die einfache Strahlung wandelt sich in eine Doppelstrahlung um, der in ihrer Mitte gelegene Spermakern hat sich ein wenig vergrössert und ist oval oder spindelig geworden; an seinen beiden Enden besitzt er eine Spitze aus einer sich in Carmin nicht färbenden Substanz, welche wie die Polsubstanz bei der Kerntheilung in der Mitte einer Strahlung gelegen ist. Was später aus diesen befruchteten Eifragmenten ohne Eikern wird, ist nicht weiter verfolgt worden. Wahrscheinlich werden sie nach einiger Zeit absterben und zerfallen.

Die durch äussere Eingriffe herbeigeführten Störungen des Befruchtungsvorganges gaben Veranlassung, auch die Frage zu prüfen, in wie weit der normale Theilungsprocess auf ähnliche Weise in seinem Wesen abgeändert und modificirt werden könne. Nach dieser Richtung wurden indessen wegen der fehlenden Musse nur mit Chinium sulfuricum, Chloralhydrat und Cocain Experimente angestellt, welche zu folgendem merkwürdigen Ergebniss führten. Der Darstellung mögen die bei Chininbehandlung gewonnenen Befunde zur Grundlage dienen. Wenn Eier, die sich auf dem Spindel- oder dem Hantelstadium befinden, einer halb-

stündigen Einwirkung einer 0,05 % igen Chininlösung ausgesetzt werden, so wird die Metamorphose des Kerns nicht nur aufgehalten, sondern zum Theil wieder rückgängig gemacht.

Es schwinden die Strahlungen, desgleichen die Kernfasern und chromatischen Schleifen, welche zusammen einen Körnchenhaufen bilden. Nachdem ein Ruhestadium von einigen Stunden verflossen ist, werden in der Umgebung der Kernsubstanz wieder Veränderungen erkennbar. Im Protoplasma bilden sich Strahlungen aus, die allmählich deutlich werden, und zwar jetzt nicht zwei, sondern ihrer vier, welche die Ecken einer rhombischen Figur einnehmen und einen Testraster darstellen.

Jetzt hat sich auch die Kernsubstanz zu 5 typischen Spindeln umgeordnet, die mit ihren Enden in den 4 Protoplasmastrahlungen zusammentreffen. Vier Spindeln bilden die Seiten der rhomischen Figur, während die fünfte zwei entgegengesetzte Ecken verbindet. Daran schliessen sich die Stadien, die zur Theilung führen. Die Kernplatten der 4 oder 5 Spindeln weichen aus einander und wandern nach den in den Strahlungen gelegenen 4 Attractionscentren. Hier tauchen dann in regelmässigen Abständen von einander 4 Kerne auf, die durch die Verschmelzung von 2 respective 3 Kernplatten hervorgegangen sind und zuweilen noch durch einen körnchenfreien Dotterstreifen verbunden sind. Später rücken die Kerne mehr nach der Oberfläche des Dotters und veranlassen in manchen Fällen den Dotter, sich in unregelmässiger Weise einzuschnüren, so dass vier Höcker der Anzahl der Kerne entsprechend entstehen. Zu einer vollständigen Theilung in 4 Stücke kommt es in der Regel jetzt noch nicht.

Denn vorher schicken sich die 4 Kerne wieder zur Theilung an, indem sie sich in 4 typische Spindeln umwandeln, welche parallel zur Kugeloberfläche gestellt und zuweilen sehr oberflächlich in der Dotterrinde gelagert sind. Dabei vertiefen sich die schon früher erwähnten Einschnürungen langsam und jede Spindel kommt in einen Höcker oder eine Knospe zu liegen. Entweder wird die Trennung jetzt schon eine ziemlich vollständige oder es treten die 4 Spindeln in Theilung ein, ehe die Furchen weit in das Innere hinein gedrungen sind. Dies hat zur Folge, dass sich die 4 ersten Höcker, noch ehe sie von einander getrennt sind, abermals einzuschnüren beginnen. Durch die Chinineinwirkung ist so ein Modus der Zellvermehrung hervorgerufen worden, für welche der Name Knospenfurchung ein bezeichnender sein würde.

Nachdem Vortragender die wichtigsten Befunde der verschiedenen Versuchsreihen dargestellt hat, behält er sich vor, auf einige allgemeine Sätze, welche sich aus ihnen über das Wechselverhältniss von Kern und Zellsubstanz ergeben, bei einer andern Gelegenheit noch einmal zurückzukommen.

---

2) Darauf sprach Herr G. Leubuscher:

Zur Wirkung der Mittelsalze.

Die seit altersher gebräuchliche Eintheilung der Abführmittel in Eccoprotica, Laxantia, Purgantia und Drastica, die sich ganz allgemein nach practischen Gesichtspunkten richtet, wird auch heute noch vielfach beibehalten. Indessen ist bereits oft betont worden, dass dieses Eintheilungsprincip schon aus dem Grunde als ein unvollkommenes und unbrauchbares betrachtet werden muss, weil eine Reihe von Momenten, die von hoher Wichtigkeit für die abführende Wirkung eines Mittels sind, nicht hierbei zur Geltung kommen können; es sind das in erster Linie die Individualität der betreffenden, das Abführmittel nehmenden Person, und die Art der Einverleibung des Medicaments[1]). Diese Erwägungen haben nun auch bereits dazu geführt, zu versuchen, die Abführmittel nach anderen Gesichtspunkten zu gruppiren, und zwar nach gemeinsamem chemischen oder physikalischen Verhalten, entweder nach gemeinsamen Bestandtheilen oder, wie das Köhler[2]) versucht hat, nach gemeinsamen Löslichkeitsverhältnissen. Wenn nun dieses Princip auch als practisch und wissenschaftlich verwerthbares anerkannt werden muss, so wird doch wohl ein anderes noch mehr allen Anforderungen entsprechen, nämlich dasjenige, welches sich auf der Kenntniss der physiologischen Wirkungsweise der Abführmittel, auf der Art des Zustandekommens ihrer Wirkung im thierischen Körper gründet. Auch in dieser Richtung ist bereits ein Versuch der Eintheilung zu verzeichnen, der von Radziejewski[3]) gemacht worden ist. Aber dessen Trennung der Abführmittel in

---

1) L. Lewin: Bearbeitung der Abführmittel in d. Realencyclopädie v. Eulenburg.

2) Köhler: Archiv f. pathol. Anatomie. Bd. 49.

3) Radziejewski: Archiv f. Anatomie und Physiologie. 1870.

starke und schwache ist als eine zu allgemeine und zu wenig erschöpfende und deshalb als unbrauchbare zu bezeichnen.

Der Grund, weshalb wir ein derartiges physiologisches Eintheilungsprincip heute noch nicht aufstellen können, ist einfach der, dass wir bezüglich der meisten Abführmittel immer noch im Unklaren über die eigentliche Art des Zustandekommens ihrer Wirkung sind, und dieses letztgesagte gilt auch von denjenigen Stoffen, die man als die meist und beststudirtesten wohl annehmen darf, von der Gruppe der Mittelsalze.

Die Ansichten, die zu irgend einer Zeit über die Frage, wie die Mittelsalze eigentlich wirken, geäussert worden sind, mögen kurz hier angeführt werden:

Liebig [1]) glaubte die abführende Wirkung der Mittelsalze einfach nach endosmotischen Gesetzen erklären zu können. Nach seiner Theorie, die von Poisseuile unterstützt wurde, war zum Zustandekommen der Abführwirkung nur nothwendig, dass die im Darme vorhandene Flüssigkeit einen grösseren Salzgehalt besass, als das Blut.

Mit Recht wurde gegen diese Annahme geltend gemacht, dass, wenn sie richtig wäre, wenn ein Transsudat aus dem Blut in den Darm ergossen würde, Kochsalz und Salpeter bessere Abführmittel sein müssten, als das Glaubersalz, während doch gerade das Gegentheil der Fall ist [2]).

Aubert [3]) trat auf Grund seiner Untersuchungen gegen die Liebig'sche Theorie auf. Er glaubte gefunden zu haben, dass für die Abführwirkung nur die Quantität des einverleibten Salzes, nicht die Concentration von Belang sei und da er auf experimentellem Wege auch eine abführende Wirkung eines in die Blutbahn gebrachten Salzes nachgewiesen zu haben meinte, so schloss er, dass die Mittelsalze einen Einfluss auf die Nerven der Darmwandung übten, der sich in einer Erhöhung der peristaltischen Bewegungen äusserte. Buchheim [4]) und Wagner [5]) bestätigen zwar die Resultate Aubert's betreffs der Concentration der Salzlösungen, kamen aber zu andern Schlussfolgerungen. Nach ihnen rührte die abführende Wirkung der Salze, ausser von einer Verstärkung

1) Untersuchungen über die Mineralquellen in Soden etc. Wiesbaden.

2) Harnack, Arzneimittellehre. S. 262.

3) Zeitschrift f. rat. Medic. (Henle u. Pfeuffer). 1852.

4) Archiv f. physiolog. Heilkunde. XIII. Jahrg. 1854.

5) De effectio. natr. sulfur. Dissertat. inaugur. Dorpat 1853.

der peristaltischen Bewegungen, von ihrer schweren Resorbirbarkeit her. Wenn die Menge der Salzlösung beträchtlich war, so sollte sie selbst nur zum kleinen Theile resorbirt werden, dadurch mit viel Wasser in den unteren Abschnitt des Darmkanals kommen und die flüssige Consistenz der Faeces bedingen. — Ganz neue Momente für die vorliegende Frage wurden durch die Untersuchungen von Voit und Bauer[1]), Moreau[2]), Lauder Brunton[3]) und Brieger[4]) gewonnen, die in isolirte Darmschlingen Glauber- oder Bittersalz brachten und hierauf eine Ansammlung von Flüssigkeit in diesen Schlingen beobachteten. Die Untersuchungen von Hay[5]) ergaben, dass es sich bei dieser angesammelten Flüssigkeit nicht um ein Transsudat, sondern um eine vermehrte Secretion von seiten der Darmschleimhaut handelt. Ferner wies Hay nach, dass die Concentration der Salzlösung allerdings (entgegen den Beobachtungen Aubert's) für die Grösse des Wasserverlustes, den das Blut erleidet, von Bedeutung ist. Reichte Hay den Thieren einige Tage vorher wasserfreie Nahrung, so wirkte Glaubersalz nicht mehr abführend.

Die Ansichten über die Wirkung der Mittelsalze sind somit getheilt. Fast allgemein wird wohl angenommen, dass dieselben eine anregende Wirkung auf die Peristaltik des Darmkanals ausüben. Während aber ein Theil der Autoren weiter das Hauptmoment in einer Retention von normaler Weise im Darme vorhandener Flüssigkeit sucht, sei es dadurch, dass das schwer resorbirbare Salz Wasser an sich bindet, sei es dadurch, dass das Salz, in die Schleimhaut eindringend, die Resorption überhaupt behindert, glauben wieder andere, die abführende Wirkung wesentlich in einer Ausscheidung von Flüssigkeit in das Innere des Darmes finden zu müssen.

Theils auf dem Wege des Experimentes, theils auf dem Wege der chemischen Untersuchung versuchte ich einzelne dieser Anschauungen auf ihre Richtigkeit zu prüfen.

Die erste Frage, die ich bearbeitete, war die nach der Einwirkung der Mittelsalze auf die Peristaltik. Es erschien von

---

1) Zeitschrift f. Biologie. 1869. Bd. 5. (Nach Arzneimittellehre Nothnagel-Rossbach citirt.)

2) Mémoires de Physiologie. Paris 1877.

3) The practitioner. London 1874. No. 71 u. 72.

4) Archiv f. experiment. Pathologie. Bd. VIII.

5) Journal of anatomy and physiol. Bd. XVI. (citirt nach Harnack's Arzneimittellehre.)

vornherein wahrscheinlich, dass die Peristaltik durch sie gesteigert sein würde. Wenn wir ein Mittelsalz in genügender Quantität einnehmen, so bekommen wir Kollern im Leibe, Kolikschmerzen; wir haben das subjective Gefühl, als ob unsere Darmschlingen sich in einer abnormen Bewegung befänden. Zu den diesbezüglichen Versuchen wurden ausschliesslich Kaninchen verwendet. Da der Darm nach der Einfuhr von Mittelsalzen direct beobachtet werden sollte, war es nothwendig, eine Methode zu wählen, die nach Eröffnung des Abdomens nicht an sich pathologische Veränderungen der Darmbewegung zur Folge haben konnte, sondern die möglichst den normalen ähnliche Verhältnisse bot. Es wurde deshalb die von Bram-Houckgeest und Sanders angegebene, vor einigen Jahren von Nothnagel[1]) zu den Versuchen über normale Darmthätigkeit benutzte Methode verwendet, die Untersuchung der Thiere im warmen Kochsalzbade. Als Assistent des Herrn Hofrath Nothnagel hatte ich damals Gelegenheit, den meisten Versuchen meines Chefs beizuwohnen und mir ein Urtheil über die Ausdehnung und Intensität der normalen Darmbewegungen bei Kaninchen zu bilden.

Die Versuche wurden zunächst in der Weise angestellt, dass die Kaninchen durch subcutane Aetherinjectionen betäubt, dann in das während der ganzen Versuchsdauer auf einer Temperaturhöhe von 38°—39° gehaltene, 0,5% Kochsalzbad gebracht wurden. In dem Kochsalzbade wurde sodann das Abdomen geöffnet und in eine Darmschlinge, eine leere oder gefüllte, eine gewisse Menge einer in ihrer Concentration bestimmten Glaubersalz- oder Bittersalzlösung injicirt. Die Beobachtungszeit erstreckte sich bis zu zwei Stunden. Es zeigte sich bei diesen Versuchen, dass eine Steigerung der peristaltischen Bewegungen sich in keinem einzigen Falle beobachten liess. Ab und zu traten an verschiedenen Darmschlingen peristaltische Bewegungen auf, auch die die Mittelsalzlösung enthaltende Schlinge wurde gelegentlich einmal der Ort einer peristaltischen Bewegung; aber niemals traten etwa von dieser Schlinge oder von benachbarten Schlingen aus irgendwie lebhaftere, in ihrer Intensität und Häufigkeit gesteigerte peristaltische Bewegungen auf. Wurde der Schlingeninhalt — bei vorher leeren Schlingen — nach Beendigung des Versuchs gemessen, so ergaben sich bedeutende Ansammlungen von Flüssig-

1) Beiträge zur Physiologie und Pathologie des Darmes. Berlin 1884.

keit in der Schlinge, die mitunter das Doppelte der ursprünglich injicirten Menge ausmachten. Diese Flüssigkeitsansammlung war in gewissem Grade von der Concentration der injicirten Salzlösung abhängig, ohne dass aber ein bestimmtes proportionales Verhältniss zwischen Concentration und Flüssigkeitsansammlung vorhanden gewesen wäre.

Diese Art der Versuchsanordnung giebt indessen keinesfalls die Verhältnisse wieder, wie wir sie nach Einfuhr von Mittelsalzen in den Magen als vorhanden annehmen dürfen. Es wurde deshalb in der Weise weiter experimentirt, dass den zum Versuch bestimmten Kaninchen eine gewisse Quantität $Na_2 SO_4$ oder $Mg SO_4$ mittelst Kautschukkatheters in den Magen gebracht wurde und dann nach 1—2—3 Stunden, zu einer Zeit, wo bereits dünne Defaecation bestand, das Abdomen in der beschriebenen Weise geöffnet wurde. Das sich nun zeigende Bild war folgendes: War die Quantität des eingeführten Salzes beträchtlich genug gewesen, 5—10 gr., so waren fast die gesammten Darmschlingen durch dünne durchscheinende Flüssigkeit aufgetrieben. Die Gefässe des Darms, des Mesenteriums waren stärker gefüllt, als normal, ähnlich wie man es bei einem in lebhafter Resorption begriffenen Darmabschnitte beobachten kann. Die peristaltischen Bewegungen betreffend, so zeigte sich in einigen wenigen Versuchen eine leichte Steigerung der Peristaltik, besonders am Duodenum ausgesprochen; bei weitaus in der Mehrzahl der Fälle traten aber die peristaltischen Bewegungen nicht häufiger und scheinbar auch nicht intensiver und weiter ausgebreitet auf, als normal. Wenn aber eine solche normale peristaltische Welle sich am Darm zeigte, so konnte man deutlich beobachten, dass der dünnflüssige Inhalt mit einer grossen Schnelligkeit von seinem Platze fortbewegt wurde, viel schneller, als das sonst bei dem gewöhnlichen dicken oder breiigen Inhalt der Fall ist. Waren nun auch die peristaltischen Bewegungen im allgemeinen nicht gesteigert, so erschien doch eine andere Form der Darmcontraction viel häufiger vorhanden, diejenigen Darmbewegungen, die auf einer localen Contraction der Längsmusculatur des Darmes beruhen und die man als Pendelbewegungen zu bezeichnen pflegt. Welche Bedeutung diese Bewegungen haben, lässt sich noch nicht sicher sagen; wahrscheinlich dienen sie dazu, den Darminhalt möglichst allseitig mit den Darmwänden in Berührung zu bringen.

Nach Beendigung derartiger Versuche wurde die im Darm enthaltene Flüssigkeitsmenge gemessen. Die Flüssigkeitsquanti-

täten, die sich nach der Einfuhr grösserer Mengen Mittelsalz (10,0) im Darm vorfanden, waren ausserordentlich gross und betrugen 300, 400, selbst 500 ccm. Ist nun auch der Kaninchendarm sehr lang, so ist er doch auch sehr eng — die im Coecum enthaltenen Massen konnten ihrer dickbreiigen, kothigen Beschaffenheit wegen nicht mitgemessen werden — und wenn ich hinzufüge, dass zum Theil Kaninchen zum Versuch benutzt werden, die seit 12—36 Stunden keine Flüssigkeit erhalten hatten, so scheint mir daraus mit Sicherheit hervorzugehen, dass nothwendigerweise eine Ausscheidung von Flüssigkeit in den Darm hinein erfolgt sein muss, dass diese Menge von Flüssigkeit nicht allein von Retention von Verdauungssäften etc. herrühren kann.

Der Frage einer etwaigen Zurückhaltung von Flüssigkeit im Darmkanal, und zwar durch Behinderung der Resorption, bemühte ich mich auf folgende Weise näher zu treten: Es wurde versucht festzustellen, ob ein Einfluss auf die Grösse der Resorption bei Anwesenheit von Mittelsalzen im Darm sich constatiren liesse. Bei Hunden wurden zwei möglichst gleich lange Darmschlingen unterbunden, beide dicht aneinandergrenzend aus dem Jejunum oder aus dem Ileum gewählt. — Auf die Lage der beiden Darmschlingen musste deshalb besonders geachtet werden, weil durch frühere Untersuchungen[1]) festgestellt worden ist, dass der Darm im Jejunum anders, gewöhnlich besser resorbirt, als in den weiter abwärts gelegenen Partien. — In die eine Darmschlinge wurde sodann eine gewisse Quantität einer in ihrer Concentration bekannten Traubenzuckerlösung injicirt, in die andere Schlinge dieselbe Menge derselben Traubenzuckerlösung, aber dieser letzteren war ausserdem noch ein Mittelsalz in einer bestimmten Menge zugesetzt. Es wurde nun geschlossen, dass falls ein resorptionshindernder Einfluss von Seiten der Mittelsalze vorhanden, sich dieser in einer Differenz der resorbirten Mengen des Traubenzuckers in den beiden Schlingen zeigen würde. Nach der Injection in die Darmschlingen wurde das Abdomen wieder geschlossen und verschieden lange Zeit, $\frac{1}{2}$—$1\frac{1}{2}$ Stunden, gewartet, dann die Bauchhöhle geöffnet, die Flüssigkeitsmenge in den Schlingen bestimmt und mittelst der Fehling'schen Methode auch der Traubenzuckergehalt. Das Resultat war, dass in der nur Traubenzuckerlösung enthaltenden Schlinge

1) Lannois et Lépine, Archives de Physiologie. 1883. I. Tappeiner, Sitzungsberichte d. k. Akademie d. Wissenschaft. Bd. 77. III. 1878. Leubuscher, Studien über Resorption seitens des Darmkanales. Jena 1885.

eine beträchtliche Verminderung der Flüssigkeit, in der Mittelsalz-Traubenzuckerschlinge eine Vermehrung der Flüssigkeit stattgefunden hatte. Den Traubenzuckergehalt betreffend, so ergaben sich irgendwie bedeutende Differenzen in keinem Falle; ja bei einem Versuche war sogar von der Mittelsalz führenden Schlinge etwas mehr Traubenzucker resorbirt worden als von der andern.

Eine weitere Untersuchungsreihe beschäftigte sich mit der Frage, wie die Mittelsalze, in die Blutbahn gebracht, wirken. Wenngleich bezüglich dieses Punktes bereits Versuchsergebnisse vorliegen, so scheint er mir doch noch nicht genügend klargestellt zu sein. Aubert[1]) injicirte einem Pferde und einem Hunde bestimmte Quantitäten von Natr. sulfur. und schliesst aus den Resultaten, dass in die Blutbahn gebrachte Mittelsalze ebenfalls abführend wirken. Buchheim[2]) experimentirte an zwei Hunden und giebt an, dass eine Veränderung in der Function des Darmkanales nicht beobachtet wurde, ausser dass die Thiere am Tage der Operation etwas weniger frassen und auch die Faeces etwas trockener waren, wie sonst. Die Ergebnisse der Aubert'schen und Buchheim'schen Versuche stehen somit in Widerspruch zu einander. Da mir sonst keine weiteren Angaben seitens anderer Autoren bezüglich dieser Frage bekannt waren, habe ich an einer grösseren Anzahl von Thieren, 6 Hunden und 12 Kaninchen, diese Mittelsalzwirkung, vom Blute aus, festzustellen gesucht.

Die Thiere wurden zuerst einige Tage betreffs ihrer Defaecation beobachtet. Dann wurde bei Hunden eine vena facialis, bei Kaninchen eine vena jugularis freigelegt und eine gewisse Menge einer auf Körpertemperatur erwärmten Mittelsalzlösung langsam injicirt. Als Salz hatte ich zuerst Magnes. sulfur. verwendet. Aber sämmtliche Thiere starben mir trotz aller angewendeten Vorsichtsmassregeln, entweder während der Injection oder kurz darauf. Es hat das seinen Grund, wie ich dann erfuhr, darin, dass die Globuline des Blutes durch Magnesiasalze gefällt werden. Ich spritzte nun Lösungen von Natr. sulfur. ein, die selbst in starker Concentration, ohne irgendwelche bedrohlichen Erscheinungen hervorzurufen, gut ertragen wurden. Das Resultat dieser intravenösen Injectionen von Mittelsalzen war fast ausnahmslos das, dass, falls eine genügende Menge Mittelsalz (bei Hunden 15,0—25,0, bei Kaninchen ca. 10,0) injicirt war, sich sehr wohl

1) Zeitschrift f. ration. Medicin. 1852.
2) Archiv f. physiol. Heilkunde. 1854.

ein Einfluss auf die Function des Darmcanales erkennen lässt und dieser Einfluss besteht in einer mehr oder weniger hartnäckigen Verstopfung. So beobachtete ich bei Kaninchen, denen 7,5 Na_2SO_4 injicirt worden war, eine Retention der Faeces bis zu 90 Stunden, bei Hunden dauerte die Verstopfung nicht ganz so lange; das höchste waren 50 Stunden.

Schliesslich wurde noch die Frage nach der Ausscheidung des betreffenden Mittelsalzes bearbeitet. Auch hier sind schon von Aubert[1]) und Buchheim[2]) Untersuchungen angestellt worden. Aubert nahm an verschiedenen Tagen bestimmte Quantitäten eines Mittelsalzes, meist Magnes. sulfur. ein und bestimmte die im Urin ausgeschiedene Menge. Nur in einem einzigen Falle wurde auch der Mittelsalzgehalt in den Faeces bestimmt. Buchheim experimentirte in analoger Weise, untersuchte aber ebenfalls nur in zwei Fällen die Faeces.

Die Schlussfolgerungen der beiden Autoren sind verschiedene. Während Aubert, wie oben angeführt, danach auch eine Wirkung der Mittelsalze nach Uebertritt in das Blut annimmt, stellt Buchheim den Satz auf, dass die Wirkung des Glaubersalzes nur so lange dauert, als sich dasselbe im Darmkanale befindet.

Der Grund, weshalb ich diese Frage der Ausscheidung der Mittelsalze noch einmal aufnahm, war der, dass die von Aubert und Buchheim zur Salzbestimmung in den Faeces benutzte Methode als fehlerhaft und nothwendig zu ungenauen Resultaten führend bezeichnet werden muss. Um die faeces filtrirbar zu machen, wurden sie von Aubert einige Zeit lang mit Salpetersäure, von Buchheim mit Königswasser gekocht; dann wurde Chlorbaryum zugesetzt und die Menge des schwefelsauren Baryts durch Wägung bestimmt.

Es ist bei diesem Verfahren keine Garantie gegeben, dass nicht aus den schwefelhaltigen organischen Substanzen, die im Darmkanale vorhanden sind, Schwefel als Schwefelsäure abgespalten wird. Durch die Behandlung mit den starken Säuren, speciell mit Salpetersäure, wird dies wohl sehr leicht eintreten können.

Wenn ich nun auch bei meinen diesbezüglichen Untersuchungen im Grossen und Ganzen die Schlussfolgerungen Buchheim's bestätigen muss, so glaube ich doch kurz auf diese Versuche eingehen zu dürfen, weil die für unsere Zwecke gewählte Methode wenigstens nach dieser Richtung hin als durchaus neu bezeichnet werden kann.

1) Zeitschrift f. rat. Medicin. 1852.
2) Archiv f. physiol. Heilkunde. 1854.

Ich habe diese letzteren Untersuchungen mit gütiger Unterstützung des Herrn Prof. Krukenberg, der auch der Autor der betreffenden Methode ist, ausgeführt:

Ein Individuum nahm morgens eine abgewogene Menge von Magnes. sulfur. ein. Die Faeces dieses Tages und des darauffolgenden, in einem Falle auch des dritten Tages (indessen hat die Untersuchung ergeben, dass um diese Zeit kein Salz mehr in den Faeces sich befindet) wurden sorgfältig an jedem Tage besonders gesammelt; dasselbe geschah mit dem Urin. Von den einzelnen Portionen wurde nun ein aliquoter Theil in Pergamentschläuche gefüllt und diese in Gläser, mit destillirtem Wasser gefüllt, gehängt. Auf dem Wege der Diffussion gelangten nun die in den Faeces enthaltenen löslichen Salze in das umgebende Wasser. Dieser Diffusionsprocess wurde erst dann beendigt, als in dem natürlich von Zeit zu Zeit erneuerten Wasser, sich nach 12 Stunden auf Zusatz von Chlorbaryum und Salzsäure keine Spuren eines Niederschlages mehr ergaben. Die gesammte, auf diese Weise von jeder Portion gewonnene Wassermenge wurde eingedampft, filtrirt und von dem Filtrat 2 Portionen abgemessen, in deren einer die Schwefelsäure als schwefelsaurer Baryt, in deren anderer die Magnesia als pyrophosphorsaure Magnesia bestimmt wurde.

Die Resultate, zu denen ich auf diese Weise kam, sind sehr genau. Es geht aus ihnen hervor, dass um so weniger Mittelsalz in den Faeces ist, je längere Zeit zwischen dem Einnehmen des Mittelsalzes und dem Auftreten der dünnen Defäcation verstrichen ist. Ich kann die Resultate Buchheim's bestätigen, dass ein Mittelsalz nur so lange wirksam ist, als es sich im Darme selbst vorfindet.

Ergebnisse:

1) Eine Erhöhung der Peristaltik spielt bei der Abführwirkung der Mittelsalze nur eine sehr geringe Rolle.

2) Auf welche Weise auch die Mittelsalze in den Darm gebracht werden, stets findet eine Ausscheidung von Flüssigkeit in den Darm hinein statt, die als die Hauptursache der Abführwirkung anzusehen ist.

3) Ein resorptionshindernder Einfluss der Mittelsalze ist nicht nachweisbar.

4) Mittelsalze, in genügender Quantität in die Blutbahn gegebracht, wirken verstopfend.

4. Sitzung am 19. Februar 1886.

1) Zuerst hielt Herr Detmer einen Vortrag

Ueber die Wirkungen des Frostes auf Pflanzen,

mit Demonstrationen.

(Ein Bericht ist nicht eingegangen.)

2) Darauf sprach Herr Steinmann

Ueber die geologischen Verhältnisse der südamerikanischen Cordilleren.

(Ein Bericht ist nicht eingegangen.)

3) Schliesslich zeigte Herr Pechuël-Loesche

„Aggivi-Perlen“

vor und gab hiezu eine geschichtliche Erläuterung.

(Ein Bericht ist nicht eingegangen.)

---

5. Sitzung am 5. März 1886.

1) Zuerst berichtete Herr Binswanger

Ueber einen Fall von Aphasie.

(Wird anderweitig veröffentlicht.)

2) Dann zeigte Herr Schott

Neue Thermometer

vor, bei denen keine nachträglichen Veränderungen des Glases eintreten.

(Ein Bericht ist nicht eingegangen.)

3) Darauf sprach Herr Liebscher

Ueber eine neue Theorie der Düngung.

(Ein Bericht ist nicht eingegangen.)

4) Schliesslich theilte Herr Fürbringer das Ergebniss seiner Untersuchungen

Ueber das Vorkommen von Bacterien in der hiesigen Wasserleitung

mit.

(Ein Bericht ist nicht eingegangen.)

Der Vorsitzende, Herr Fürbringer, legt hierauf, da derselbe Jena verlässt, um die Leitung der inneren Abtheilung des Berliner städtischen Krankenhauses im Friedrichshain zu übernehmen, seinen Vorsitz nieder.

An seine Stelle wird Herr Küstner zum Vorsitzenden für die Zeit bis Ende 1886 gewählt.

Nachträge.

Sitzung der Section für Heilkunde vom 19. November 1885.

Herr G. Leubuscher hielt einen Vortrag

Zur Lokalisation der Tastempfindung.

Häufig habe ich in verschiedenen Kliniken, Spitälern etc. bei der Untersuchung von Nervenkranken eine Methode in Anwendung kommen sehen, die man als Prüfung der Lokalisation der Tastempfindung bezeichnen kann. Ein Punkt der Körperoberfläche des Patienten wird mit dem Finger, einer Sonde, einem Bleistift u. dergl. berührt und der Patient aufgefordert, diese berührte Stelle bei geschlossenen Augen wieder aufzufinden.

Die Fehler, die sich bei dieser Lokalisation der Tastempfindung bei Gesunden an den verschiedenen Körperstellen zeigen, festzustellen, war der Zweck einer systematischen Untersuchungsreihe, die ich vor einigen Jahren vorgenommen. Es war mir

zur damaligen Zeit nicht bekannt, dass eine solche Untersuchungsreihe bereits von E. H. Weber angestellt worden ist und zwar zur Prüfung der Feinheit des Ortssinnes. Weber stellt die oben erwähnte Methode in eine Reihe mit den nach ihm benannten Tastkreisen. Das ist aber keinesfalls richtig. Wir prüfen bei der Lokalisation der Tastempfindung eine Combination verschiedener Sinnesqualitäten. Wir prüfen den Ortssinn, wir prüfen aber, da wir das Versuchsindividuum bei geschlossenen Augen die berührte Stelle auffinden lassen, zu gleicher Zeit auch den Muskelsinn.

Diese irrthümliche Deutung der Untersuchungsmethode hat nun aber für ihre Resultate keine Bedeutung, und wenn ich die von mir gewonnenen, im Wesentlichen mit den Weber'schen übereinstimmenden Ergebnisse dennoch kurz publicire, so geschieht das aus dem Grunde, weil gerade der betreffende Theil der Weber'schen Arbeit im allgemeinen nur wenig bekannt ist, und weil die in der Breite der fehlerhaften Lokalisation fallenden Ungenauigkeiten, wie sie sich schon bei gesunden Individuen finden, oft zur Deutung pathologischer Veränderungen benutzt wird.

Die nach oben erwähnter Methode bei einer sehr grossen Zahl von Individuen gewonnenen Resultate sind folgende: Am besten d. h. genauesten wird im vordern Theil des Gesichts und den Gelenkfurchen der Finger lokalisirt; hier wird die berührte Stelle fast stets annähernd genau wieder aufgefunden. Dann kommen an Genauigkeit Handteller und Handrücken; hier finden sich Differenzen bis ca. zu 1½ cm; Hals bis zu 2 cm (Fosse supraclavicularis und clavicula bis zu 3 cm); Unterarm bis zu 2 cm; Oberarm bis zu 3 cm; Bauch bis zu 3 cm; Brust bis zu 4—5 cm; Fussrücken bis zu 4—5 cm; Unterschenkel bis zu 5 cm; Oberschenkel bis zu 8 cm.

Es geben diese Zahlen natürlich immerhin variable Grössen an. Nicht allein dass bei verschiedenen Individuen grosse Differenzen bezüglich der verschiedenen Körperstellen vorkommen, so zeigen sich auch bei demselben Individuum grosse Differenzen bei verschiedenen Untersuchungen; Abweichungen von den früheren Resultaten. Es liegt auf der Hand, dass eine scharfe Gedankenconcentration des betreffenden Individuums bei der Untersuchung bessere Resultate liefern wird, es liegt auf der Hand, dass ein gebildeter Mann im allgemeinen besser lokalisiren wird als ein ungebildeter, dass häufigere Untersuchungen allmählich eine grössere Genauigkeit in der Lokalisation erzielen werden etc. —

Auffallend war mir die gute Lokalisation am abdomen bei

vielen Personen, die hier bedeutend besser war als an der Brust. Nur bei einer Puerpera von 14 Tagen, die ich rein zufällig mit untersuchte, war die Lokalisation sehr schlecht. Ich untersuchte desshalb eine grössere Anzahl von Schwangeren und Wöchnerinnen, um zu sehen, ob und welche Veränderungen in der vorliegenden Frage durch den Wechsel der Spannung der Bauchdecken hervorgerufen würden. Es ergab sich, dass bei Schwangeren das Lokalisationsvermögen am abdomen ausserordentlich schlecht war, sodass fast noch einmal so ungenau wie bei nicht ausgedehntem abdomen lokalisirt wurde. Je stärker die Ausdehnung des Leibes war, um so schlechter wurde die berührte Stelle wieder aufgefunden. Bei Wöchnerinnen ist die Lokalisation zwar noch etwas schlechter als bei völlig normalen Individuen, aber doch erheblich besser als bei Graviden. Man kann dieses letztere gut verfolgen, wenn man dieselbe Frau in der Gravidität und im Puerperium untersucht. Der Grund für diese schlechte Lokalisation in der Schwangerschaft ist jedenfalls wohl der, dass die eine viel grössere Fläche einnehmenden, gespannten Bauchdecken nur dieselbe Zahl von Tastorganen besitzen wie die völlig normalen.

Eine weitere Frage, die ich zu prüfen unternahm, war die, ob mit der Intensität des Tasteindruckes auch die Genauigkeit der Lokalisation geändert wird. Ich benutzte hierzu einen Baraesthesiometer, den ich mit verschiedenem Drucke auf die Haut aufsetzte, mit Druck von 10—500 gr. Das Resultat war, dass ein wesentlicher Einfluss in dieser Richtung nicht besteht, dass im allgemeinen aber bei geringen Belastungen besser lokalisirt wird als bei höheren.

Weiter prüfte ich die Fähigkeit gesunder Individuen, anzugeben, welche ihrer Zehen berührt worden sei*). Ich habe nahe an 100 Individuen daraufhin untersucht und gefunden, dass bei Erwachsenen diese Lokalisation der Zehen äusserst ungenau ist. Kaum findet man Jemanden, der bei 10 Berührungen der Zehen auch zehnmal die richtige Zehe als berührt angiebt. Es variirt allerdings auch hier die Angabe je nach der Individualität der betreffenden Person. Manche Menschen geben unter 10 Berührungen vielleicht nur drei Mal die richtige Zehe als berührte an; andere unter zehn Malen dagegen neun Mal. Am häufigsten werden Berührungen der grossen Zehe auf diese lokalisirt, dann kommt an Genauigkeit die kleine Zehe; die zweite, dritte und vierte Zehe

*) Wie mir Herr Hofrath Preyer unlängst mittheilte, hat er schon vor mehreren Jahren in einer kurzen Bemerkung der hierbei sich ergebenden Ungenauigkeiten Erwähnung gethan.

werden sehr oft mit einander verwechselt, besonders die beiden letzteren. Merkwürdig war die Constanz, mit welcher gewisse Individuen stets die Berührung einer Zehe auf eine andere bezogen. So gab ein cand. med. stets bei Berührungen der zweiten Zehe die grosse als berührte an.

Um zu sehen, welchen Einfluss man bei dieser Ungenauigkeit der Lokalisation der Zehen etwa dem Schuhwerk zuschreiben müsste, habe ich 8 Bauernmädchen im Alter von 10—12 Jahren, die, wenigstens im Sommer, gewöhnt waren, stets barfuss zu laufen, untersucht. Ohne Ausnahme war das Resultat ein viel besseres als bei Erwachsenen und auch bei Schuhe tragenden Kindern in demselben Alter. Wohl 18 Mal hintereinander konnte ich die Zehen beider Füsse berühren, ehe einmal eine falsche Angabe gemacht wurde. — Analoge Prüfungen, bezüglich der Finger angestellt, haben nur ergeben, dass sehr selten hier Fehler der Lokalisation gemacht werden und erstrecken sich diese dann fast ausschliesslich auf den dritten und vierten Finger. Aber wie gesagt, kommen diese fehlerhaften Angaben nur sehr selten vor und, wie es scheint, meist bei Leuten, die schwere Arbeit verrichten.

Nachtrag zur Sitzung vom 11. December 1885.

Herr Preyer sprach über

Sphygmographie

und berichtete über die von Herrn S. von Mamonow im hiesigen physiologischen Institut ausgeführten Versuche, welche die Beseitigung, der sämmtlichen gebräuchlichen Sphygmographen anhaftenden Fehler zum Ziele haben. Offenbar ist diejenige Pulscurve die genaueste, welche mit dem von Landois zuerst erhaltenen Hämautogramm, d. h. der ohne Instrument vom pulsirenden Blute der geöffneten Arterie selbst gezeichneten Pulscurve, am besten übereinstimmt. Für weitgehende Abweichungen der Curve eines sonst als normal bekannten Pulses von der hämautographischen wird in dem angewendeten Sphygmographen die Ursache zu suchen sein. Eine der häufigsten Abweichungen derart ist der allmähliche Uebergang der Ascensionslinie in die Descensionslinie: die Wellenberge bilden Kuppen statt spitzer Winkel, und die Ele-

vationen des absteigenden Schenkels erscheinen ebenfalls abgerundet statt spitz. Es stellte sich bei der Prüfung der üblichen sphygmographischen Methoden heraus, dass es hauptsächlich drei variable Faktoren sind, welche jene Rundungen und zugleich eine geringere Höhe der Wellenberge, sowie eine unphysiologische Polykrotie herbeiführen können, nämlich die Belastung der Arterie (durch Gewichte, durch eine gespannte Feder u. a.), die Elasticität der Membranen und die Eigenschwingungen des Fühlhebels. Vor allem muss aber die Fixirung des Instrumentes eine bessere sein, als bisher für genügend erachtet wurde. Die aus der veränderlichen Beschaffenheit der Kautschukmembranen (bei den Polygraphen) sich nothwendig ergebenden Ungleichheiten können nur durch Anwendung von Pulsschreibern ohne alle Membranen ganz beseitigt werden. Die durch künstliche Belastung eingeführte Fehlerquelle wird vermieden durch die Zulassung nur des kleinstmöglichen Druckes auf die untersuchte Arterienstelle und ceteris paribus überhaupt um so weniger merklich, je näher der Puls dem Herzen liegt, und je näher er der Körperoberfläche sich befindet. So giebt die Arteria brachialis in der Armbeuge eines mageren Individuums bei extendirtem Arm höhere Curven als die Ulnar- oder Radial-Arterie an der Handwurzel. Welche Länge der Fühlhebel haben darf, ohne durch Eigenschwingungen die Descensionslinie zu entstellen und doch dem Maximum der Wellenhöhe möglichst nahe zu kommen, kann nur empirisch gefunden werden. Herr von Mamonow hat alle diese Umstände sehr sorgfältig und mit gutem Erfolge geprüft. Denn es gelang ihm, eine ganze Reihe von Anomalien des Sphygmogramms bei normalem Pulse willkürlich allein durch kleine Aenderungen der angewendeten Instrumente hervorzubringen und den Landois'schen Hämautogrammen entsprechende Curven mittelst des denkbar einfachsten Sphygmographen, des vom Vortragenden bereits (in dessen Schrift „die Erklärung des Gedankenlesens“ Leipzig 1886) beschriebenen, höchst empfindlichen Fühlhebels mit der beweglichen hängenden krummen Nadel, zu erhalten. Die Sphygmographie wird dadurch sehr wesentlich verbessert und vereinfacht.

Die ausführliche Veröffentlichung der von Mamonow'schen Arbeit wird an anderer Stelle erfolgen.

Anhang.

Untersuchungen über den chemischen Bau der Eiweissstoffe.

Von C. Fr. W. Krukenberg.

Erste Mittheilung.

Es musste auffallen, dass einige, für sehr beständig und widerstandsfähig angesehene Albuminoide (Keratin, Spongin, nach M. S. Schultze und Horbaczewski auch das Elastin) durch überhitztes Wasser verhältnissmässig rasch gelöst werden, und ich warf deshalb die Frage auf, warum die auf diesem Wege so leicht aufzuschliessenden Substanzen von keinem der beiden proteolytischen Enzyme angegriffen werden. Ich habe gezeigt, dass die schliesslichen Zerfallsproducte (Tyrosin, Leucin, Glykocoll) keine Entscheidung dieser Frage zu treffen erlauben, glaube aber jetzt den Nachweis liefern zu können, dass der Grund für die Unverdaulichkeit jener albuminoiden Stoffe in ihrer primären Zersetzungsweise zu suchen ist. Von Bedeutung sind in dieser Hinsicht folgende meiner Versuchsresultate.

Mehrere dickwandige Glasröhren wurden mit je 2 gr. zuvor mit Wasser, Alkohol und Äther ausgezogenem, über conc. Schwefelsäure getrocknetem Fibrin und mit 50 cbc. destillirtem Wasser beschickt. Darauf wurden die Röhren zugeschmolzen und 30 Stunden lang auf 160—170° C. erhitzt. In den meisten Röhren hatte sich das Fibrin bis auf unbedeutende Trübungen zu einer mehr oder weniger alkalischen Flüssigkeit gelöst, welche filtrirt und mit Salzsäure resp. Salpetersäure neutralisirt wurde. Das mit kaltem Wasser gewaschene Neutralisationspräcipitat wurde mit 5%iger Kochsalz- resp. 5%iger Salpeterlösung ausgekocht und hinterliess einen für verdünnte Mineralsäuren sehr unlöslich, für Pepsin unverdaulich gewordenen Eiweisskörper, der in 2%iger Soda noch zu lösen war und ausnahmslos sämmtliche Eiweissreactionen zeigte. Es darf derselbe hiernach als Antialbumid an-

gesprochen werden, während der von den heissen Neutralsalzlösungen aufgenommene Körper seinem ganzen Verhalten nach (gegen Salpetersäure, Essigsäure u. Ferrocyankalium etc.) reine Hemialbumose war. Das Filtrat vom Neutralisationsniederschlage wurde mit neutralem Ammoniumsulfat gesättigt, in Folge dessen sich abermals Hemialbumose ausschied, die Ammoniumsulfat enthaltende Lösung durch Baryt zersetzt, eingedampft, durch eine eben ausreichende Schwefelsäuremenge vom Baryt befreit und mit positivem Resultate auf Pepton geprüft. — Der Inhalt einiger anderer Röhren wurde nach dem Neutralisiren bei schwach alkalischer Reaction auf dem Wasserbade eingedampft, der Verdampfungsrückstand mit absolutem Alkohol ausgekocht, der alkoholische Auszug über Chlorcalcium und conc. Schwefelsäure verdunstet. Der Rückstand enthielt neben langen, spiessigen Krystallen Leucin wie Tyrosin, und wir ersehen hieraus, dass die Zersetzung des Fibrins durch überhitztes Wasser entsprechend verläuft als beim Erwärmen mit Schwefelsäure von 3—5 $^0/_0$ auf 100 ^{0} C.

Ähnliche Versuchsreihen habe ich an reinem Serumeiweiss und Eieralbumin ausgeführt. Es ist unnöthig, auf diese specieller einzugehen; allemal ergab sich als entscheidender Punkt, dass Serumeiweiss wie Eieralbumin durch das überhitzte Wasser einen Zerfall in Stoffe aus der Anti- (Antialbumid) und der Hemigruppe (Hemialbumose, Hemipepton, Leucin und Tyrosin) erfahren hatten, dass echte Eiweissstoffe durch überhitztes Wasser ebensowie unter der Einwirkung der verdauenden Enzyme oder heisser verdünnter Mineralsäuren eine Spaltung erleiden. Es sei nur noch erwähnt, dass, wenn 2 gr. jahrelang trocken aufbewahrtes Eieralbumin mit 50 cbc. destillirtem Wasser 20—30 Stunden auf 160—170 ^{0} C. erhitzt waren, sich stets ein gelbbrauner, durchsichtig gallertiger Rückstand mit allen charakteristischen Eiweissreactionen erhalten hatte. Dieser Rest trug kein Zeichen einer Gerinnung an sich, war aber weder durch mehrmaliges Aufkochen mit verdünnten Mineralsäuren, noch mit 2 $^0/_0$iger Sodalösung aufzuschliessen und wurde weder durch kräftige Pepsinsalzsäure, noch durch sehr wirksames Trypsin (in 1 $^0/_0$ Soda oder in 0.1 $^0/_0$ Salicylsäure) bei tagelangem Erwärmen auf 38^0 C. in irgendwie ersichtlichem Masse angegriffen; mit 5 $^0/_0$iger Kochsalzlösung ausgekocht, war keine Hemialbumose daraus zu gewinnen.

Die Erfahrungen über die Veränderungen der echten Eiweisssubstanzen (sei es durch Säuren oder Alkalien, sei es durch überhitztes Wasser oder durch die Enzyme) deuten an, dass es sich

dabei um einen molecularen Zerfall handelt; um einen molecularen Zerfall jedoch, der im ersten Stadium nicht einer derartigen Spaltung wie z. B. an den Glykosiden gleicht, sondern der darin besteht, dass aus einer Doppelverbindung eine zusammenhängende Reihe von Atomcomplexen abgespalten wird, welche sich dann, und zwar noch neben anderen Atomgruppen in dem zweiten primären Spaltungsproducte, gleichsam in dem Reste des ursprünglichen Eiweissmolecüls wiederfindet. So entstehen aus den echten Eiweissstoffen im ersten Stadium der Spaltung Producte (Stoffe der Hemigruppe), welche alle verschiedenen Atomcomplexe jener noch in sich führen, daneben aber solche, welchen der labilste oder die labilsten Atomcomplexe des Eiweisses bereits fehlen können und deren Verhalten bei den einzelnen Eiweissreactionen uns deshalb einen Aufschluss darüber zu geben vermag, an welcher Stelle dieser letztere Eiweisspaarling (Antikette) von dem Stamme (Hemikette) des ursprünglichen Eiweissmolecüls durch die angewendeten Agentien abgesplissen wurde und welcher Atomcomplex in letzterem die beiden Ketten eigentlich verankerte. Die Albuminoide und Skeletine würden hiernach in eine Reihe mit den Körpern der Antigruppe zu stellen sein, während die echten Eiweissstoffe als Doppelverbindungen dieser mit Körpern der Hemigruppe zu gelten hätten; die Albuminoide und Skeletine unterscheiden sich von den echten Eiweisssubstanzen somit nicht nur dadurch, dass ihnen ein oder mehrere, allen echten Albuminen zukommende Atomcomplexe mangeln, sondern weiterhin noch dadurch, dass ihnen jene ganze, complicirt zusammengesetzte Hemikette mit den, für die echten Eiweisskörper am typischsten, zugleich aber labilsten Atomgruppen abgeht[1]). Die Albuminoide und Skeletine verhalten sich — um einen sehr einfachen Vergleich zu ziehen — zu den Eiweissstoffen nicht wie das Methyl zu dem Methylalkohol, sondern wie das Methyl zu dem Methyläther. Aus diesen Betrachtungen folgt, dass kein einziges Albuminoid oder Skeletin den Verdauungsenzymen, deren Wirkungen ausnahmslos in Spaltungen bestehen, direct zugängig sein kann, wenigstens niemals in der Weise wie

[1]) Vermuthlich entstehen mehrfach im Organismus Albuminoide, indem die Hemialbumose abgespalten, gelöst, resorbirt und alsdann auch in Transsudaten nachweisbar wird.

Die Gründe, welche mich bestimmen, die Albuminoide und Skeletine den Anti- und nicht den Hemiproducten der Eiweissspaltung an die Seite zu stellen, können erst in einer spätern Abhandlung näher erörtert werden.

die Eiweisskörper, die einen Atomcomplex enthalten, der die Hemi- und die Antikette verbindet und von den Enzymen derart zu verändern ist, dass die Doppelverbindung in Folge dessen in ihre beiden Componenten auseinanderfällt. Das schliesst natürlich nicht aus, dass nach vorausgegangenen anderweitigen Eingriffen auch aus den Albuminoiden und Skeletinen Producte erhalten werden, welche enzymatisch zu verändern sind wie z. B. das Glutin aus dem Collagen, sondern dieses Beispiel kann uns nur in der Ansicht bestärken, dass die Kraft der Enzyme lediglich in Spaltungsprocessen beruht.

Die vorgetragene Auffassung gründet sich nun auf folgende Versuche. Wird nach den üblichen Methoden gereinigtes und durch anhaltende Pepsin- wie Trypsineinwirkung von allem Verdaulichen befreites Keratin (aus Kuhhorn) in gleicher Art wie vom Fibrin beschrieben wurde, dem Einflusse überhitzten Wassers ausgesetzt, so erfolgt unter günstigen Umständen eine vollständige Lösung zu einer bräunlich-gelben, mehr oder minder stark alkalischen, nach Schwefelwasserstoff riechenden, opalisirenden Flüssigkeit; diese filtrirt, giebt einen Neutralisationsniederschlag, der sich bis auf wenige Fäserchen in siedender 5%iger Kochsalzlösung auflöst. Der lösliche Antheil der Fällung besteht ausschliesslich aus einem Producte, welches direct aus dem Keratin hervorgegangen ist; wir wollen diesen Stoff Keratinose nennen und erhalten denselben sehr reichlich, wenn das Filtrat vom Neutralisationsniederschlage mit neutralem Ammoniumsulfat gesättigt, die Fällung abfiltrirt, mit destillirtem Wasser aufgenommen und durch Dialyse im fliessenden Wasser von dem Ammoniumsalze gereinigt wird. Unterwirft man eine derartige Keratinoselösung vor dem Aussalzen mit Ammoniumsulfat der Dialyse, concentrirt das Dialysat und sättigt nun mit Ammoniumsulfat, so entsteht regelmässig noch ein Niederschlag, der wegen der Nichtfällbarkeit in wässriger Lösung durch Essigsäure keine Keratinose, allen Analogiefällen gemäss aber auch kein Pepton sein kann. Dieselbe Erscheinung beobachtet man, wenn das Dialysat von peptisch verdautem Eiweiss mit Ammoniumsulfat gesättigt wird. Jener durch Sättigen mit Ammoniumsulfat aus dem Dialysate der zersetzten Keratinflüssigkeit gewonnene Körper ist von mir nicht näher untersucht; theils deshalb nicht, weil das analoge Product, welches bei der Eiweisszersetzung gebildet wird, noch völlig unbekannt ist, theils auch deshalb nicht, weil ich fand, dass es nur durch den Ausfall gewisser Fällungsreactionen von der Keratinose abweicht

und das Verhalten reiner Keratinoselösungen gegen Fällungsmittel durch die geringen Mengen jener diffusiblen Beimengung deshalb nicht alterirt werden kann.

Von den Keratinosereactionen, welche unten in der Tabelle zusammengestellt sind, seien nur einige besonders hervorgehoben. Reine Keratinoselösungen geben die Biuretprobe schon ohne erwärmt zu werden, und werden durch Mineralsäuren (Salzsäure, Salpetersäure, Metaphosphorsäure) wie durch Essigsäure in der Kälte gefällt; diese Niederschläge lösen sich beim Kochen wieder vollständig auf, kehren beim Abkühlen zurück und gestatten dieses abwechselnde Auflösen und Fällen eine unbeschränkte Anzahl von Malen. Ebenfalls starke Fällungen erzeugen Phosphormolybdänsäure und Gerbsäure, welche beim Kochen aber nur theilweise verschwinden, sowie Quecksilberchlorid, Alaun, Silbernitrat, neutrales und basisches Bleiacetat, die im Ueberschuss des Reagenz unlöslich sind; beim Kochen mit dem Silbersalze, erfährt letzteres eine Reduction. Eisenchlorid ruft keine Veränderung hervor. Eine Uebereinstimmung der charakteristischen Keratinosereactionen mit denen der Hemialbumose liegt auf der Hand, doch kann von einer Identität beider Substanzen schon deshalb keine Rede sein, weil Keratinose wohl die Millon'sche Reaction giebt, aber weder auf die Kochprobe mit conc. Salzsäure, noch auf die Adamkiewicz'sche Probe reagirt.

Wird Keratinose mit ausdialysirtem Pepsin und 0.1 % iger Salzsäure bei Brutwärme digerirt, so verwandelt sich dieselbe in Keratinpeptone, in jene Körper, welche nach Sättigung des, durch überhitztes Wasser aus dem Keratin gewonnenen Lösungsgemisches mit neutralem Ammoniumsulfat in Lösung verbleiben und aus dieser nach Ausfällen der Schwefelsäure durch Barytwasser und Concentriren der Flüssigkeit genügend rein darzustellen sind. Die Keratinpeptone unterscheiden sich ausser durch ihr bedeutendes Diffusionsvermögen vornehmlich dadurch von der Keratinose, dass sie weder durch Mineralsäuren und Essigsäure, noch durch Quecksilberchlorid, neutrales Bleiacetat, Alaun und Ammoniumsulfat gefällt werden. Erst aus ihnen werden die Amidosäuren (Tyrosin und Leucin) entstanden zu denken sein, welche durch siedenden Alkohol nicht nur aus den durch überhitztes Wasser zersetzten Keratinen auszuziehen, sondern neben Keratinose auch in den Pellagraborken von Schmetzer aufgefunden sind.

Das bislang über das Keratin Gesagte gilt selbstverständlich nur für die peptisch wie tryptisch völlig unverdaubar gewordenen

echten Keratine. In den Eierschalen der Selachier liegt aber z. B. ein Secretionsproduct vor, an welchem sich der Verhornungsvorgang erst sehr allmählich, und zwar unter unseren Augen vollzieht. Während ihres intrauterinen Aufenthaltes sind diese Gebilde für Pepsin leicht verdaulich, und aus der verdauten Masse lässt sich Antialbumose abscheiden; in Uebereinstimmung hiermit resultirt bei der Zersetzung (von Schalen aus dieser Entwickelungsperiode) durch überhitztes Wasser alsdann auch Antialbumid, von dem bei Verwendung vollkommen keratinisirter und unverdaubar gewordener Hüllen nichts nachzuweisen ist.

Seit den Arbeiten von Kühne und Ewald weiss man allgemein, dass das Collagen, um verdaubar zu werden, künstlich einer Metamorphose unterworfen werden muss, und dass diese nicht nur durch Erhitzen mit Wasser, sondern auch durch Behandeln mit Säuren zu erreichen ist. Erst das daraus entstandene Glutin ist ein spaltungsfähiger und somit auch ein verdaulicher Stoff, von dem wir zur Zeit zwar nur die nächsten Spaltungsproducte (Semiglutin und Hemicollin) kennen. Noch schlechter ist es mit unseren Kenntnissen von der Verdaulichkeit des Elastins bestellt. Meine in den Gang gesetzten Versuche über die Einwirkung von überhitztem Wasser auf Elastin wurden dadurch vereitelt, dass die Röhren bei dem 20—30 Stunden langem Erhitzen auf 160° C. bis auf eine zersprangen, und in der erhalten gebliebenen sich das Elastin (im Widerspruch mit den Angaben von Schultze und Horbaczewski) nur unvollkommen angegriffen zeigte. Nach den Erfahrungen, welche ich an dem flüssigen Inhalte dieser Röhre wie über die Verdaulichkeit und die Verdauungsproducte des Elastins sammeln konnte, scheint es mir, dass das Elastin sowohl durch die Enzyme wie auch durch überhitztes Wasser unmittelbar, also ähnlich wie die Eiweissstoffe und nicht wie das Collagen oder Keratin, gespalten wird, indem sich mit dem Hemielastin zugleich geringe Mengen einer vielleicht sehr einfachen Verbindung bilden. Das Hemielastin wird durch Ammoniumsulfate aus seiner Lösung vollständig gefällt, die Elastinpeptone dagegen nicht; ersteres ist nicht nur ein constantes Product bei der Pepsin- und Trypsinverdauung des Elastins, sondern tritt auch bei der Zersetzung des letzteren durch überhitztes Wasser auf und wird durch Pepsin wie durch Trypsin in Peptone zerlegt.

Ausser den genannten Stoffen ist kein anderer bekannt geworden, welcher die Wirkungen der Verdauungsenzyme besser

aufzuklären im Stande wäre als das Spongin; denn dass gegen Alkalien, gegen überhitztes Wasser und gegen Säuren so resistente Substanzen wie das Fibroin, Cornein, Conchiolin und Chitin auch unverdaulich sind, kann wahrlich nicht Wunder nehmen. Das Spongin wird aber, wie ich zuerst beobachtet habe, von überhitztem Wasser vollkommen gelöst, und hier wirft sich wiederum die Frage auf, warum die Enzyme demselben gegenüber so wirkungslos bleiben. Eine Erklärung liefern folgende Versuche, welche bis zu jenem Körper hin, den wir Spongionose nennen werden, nur auf successive Veränderungen des Spongins, nicht auf Spaltungen schliessen lassen.

12 zugeschmolzene Glasröhren, von denen jede 1 gr. gereinigtes, zuvor auch mit Alkohol und Aether extrahirtes Spongin und 40 cbc. destillirtes Wasser enthielt, wurden 24 Stunden auf 170° C. erhitzt. In den meisten Röhren war das Spongin verflüssigt, in dreien derselben ein ungelöster Rest geblieben. Die mehr oder weniger stark alkalisch reagirenden Flüssigkeiten wurden mit Salzsäure neutralisirt und das Neutralisationspräcipitat abfiltrirt. Letzteres stellt ein Gemisch mehrerer Substanzen dar: die eine ist ein Alkalispongin, die anderen erwiesen sich als Producte hochgradiger Zersetzung, die keine Eiweissreactionen gaben und durch Hitze tiefgreifend veränderten Zuckerstoffen glichen.

Nach mehrwöchentlicher Maceration von Sponginstückchen mit gesättigtem Barytwasser wird, wie ich anderen Ortes mittheilte, das Spongin gelöst. Neutralisirt man dann den Baryt durch Salzsäure und schafft das Chlorbaryum sowie die im Ueberschuss zugesetzte Salzsäure durch Dialyse fort, so scheidet sich ein durch den Baryt in Lösung gehaltenes Sponginderivat aus. Dasselbe löst sich leicht in verdünnter Schwefelsäure, Salzsäure und Essigsäure, erweist sich dagegen als unlöslich in 2% Soda und giebt mit 5%iger Kochsalzlösung gekocht keinen Körper ab, der ähnlich der Hemialbumose auf Säuren und Salze reagirt. Dieses Sponginderivat erhielt ich nicht in der zu einer Elementaranalyse erforderlichen Quantität, doch konnte ich durch 24stündiges Erhitzen von 0.8 gr. völlig aschefreier Substanz mit 30 cbc. destillirtem Wasser im zugeschmolzenen Glasrohre auf 160° C. constatiren, dass dasselbe in einen, für Wasser leicht löslichen indiffusiblen Körper (Spongionose) und schliesslich in Sponginpepton überzuführen ist. Mit jener Substanz nun, welche eine Vorstufe der Spongionose und des Sponginpeptons vorstellt, scheint mir das als Alkalispongin bezeichnete Product identisch zu sein.

Bei der Darstellung der Spongionose hielt ich mich an die durch überhitztes Wasser aus dem Spongin gewonnene Flüssigkeit und schlug zu ihrer Abscheidung folgendes Verfahren ein. Die von dem Neutralisationsniederschlage abfiltrirte Flüssigkeit wurde auf dem Wasserbade zur Trockne verdampft und betreffs der Untersuchung auf einige andere Stoffe, von welchen später die Rede sein soll, mit absolutem Alkohol ausgekocht. Der vom Alkohol nicht aufgenommene Rückstand wurde in Wasser gelöst, durch Sättigen mit Ammoniumsulfat die Spongionose gefällt, diese abfiltrirt, wiederum in Wasser gelöst und durch Dialyse von dem beigemengten Ammoniumsulfat befreit. Die im Dialysor zurückgebliebene Spongionoselösung verhielt sich folgendermassen: Fällbar durch Silbernitrat, durch neutrales wie basisches Bleiacetet, nicht fällbar durch Quecksilberchlorid und Alaun; sie gab keine der Farbenreactionen des Eiweisses mit Ausnahme der Biuretprobe.

Sowohl durch zuvor ausdialysirtes Pepsin wie durch weitere Behandlung mit überhitztem Wasser von 160° C. ging die Spongionose vollständig in Sponginpepton über, welches aus der, durch Aussalzen mit Ammoniumsulfat von der Spongionose befreiten Flüssigkeit auf folgendem Wege bereitet wurde. Die mit Ammoniumsulfat gesättigte Lösung wurde filtrirt, das Filtrat mit Barytwasser schwach überneutralisirt, eingedampft, der überschüssige Baryt durch Sättigen mit Kohlensäure beseitigt, das Filtrat auf dem Wasserbade eingeengt und abermals filtrirt. Diese Sponginpeptonlösung wurde allein noch gefällt durch Gerbsäure, Phosphormolybdänsäure wie durch basisches Bleiacetat und gab von den Farbenreactionen des Eiweisses ausschliesslich die Biuretprobe.

Die Farbenreactionen des Eiweisses haben uns als untrügliche Wegweiser gedient, uns mittelst der vergleichenden Methode einen Einblick in das labyrinthische Gefüge der Eiweissstoffe zu verschaffen. Weit schwerer mag es fallen, die Uebereinstimmungen in den Atomgruppirungen im Molecüle, welche die Fällungsnachweise zur Anschauung bringen, herauszufinden und von dem zu unterscheiden, was sich in der Reaction zwar gleich, aber in dem Wesen des Zustandekommens als grundverschieden gestaltet. Die Coagulationsverhältnisse und in Verbindung damit sicherlich auch die Effecte vieler Fällungsmittel variiren bei immerhin nahestehenden Producten ganz ausserordentlich; ich erinnere nur daran, dass richtige Eiweisslösungen in der Hitze gerinnen und das Coagulum sich alsdann beim Abkühlen nicht wieder löst, dass die Hemial-

bumose- und die Keratinosefällungen sich dagegen beim Erwärmen lösen um beim Abkühlen wieder zu erscheinen, dass neutrale oder schwach saure Hemielastinlösungen ähnlich dem Eiweiss zwar bei höherer Temperatur gerinnen, sich beim Abkühlen aber sofort wieder klären und dass Pepton- wie Glutinlösungen durch Erwärmen bekanntlich garnicht zur Gerinnung zu veranlassen sind. Ein gewisser Werth indess liesse sich vielleicht dem Umstande beilegen, dass einige Fällungsreactionen (z. B. mit Gerbsäure und Phosphormolybdänsäure) sich durch die ganze Reihe der Eiweissderivate bis zum Verschwinden der Biuretgruppe hindurchziehen; erst die reinen Hyaline (z. B. die Chondroitsäure) und die Abkömmlinge des Chitins, in welchen Reste der Indol liefernden Gruppe noch nachweisbar sind, geben dieselben nicht mehr. Ein Urtheil darüber, ob das Eintreten dieser Fällungen die Anwesenheit einer Leucin oder Glycin bildenden Gruppe nothwendig voraussetzt, bleibt uns, da versäumt wurde, die Hyaline auf derartige Spaltungsproducte zu prüfen, noch versagt.

Eine allgemeine Eigenthümlichkeit der bekannt gewordenen Hyaline besteht darin, durch basisches Bleiacetat gefällt zu werden; auch dem salzsauren Glykosamin kommt dieses Verhalten zu, wenn seine sauren Affinitäten zuvor durch Ammoniak gebunden wurden, und mit ihm bei der Chitinzersetzung gleichzeitig auftretende Körper von verwandter Constitution, über welche ich demnächst ausführlicher berichten will, werden durch basisches Bleiacetat direct gefällt. Es handelt sich bei diesen Stoffen um Eiweissderivate, bei welchen die Indol bildende und die Kupferoxyd reducirende Atomgruppe ihre Selbständigkeit im Molecül eingebüsst haben und, wenn man so will, zu einem einheitlichen Atomcomplexe, wahrscheinlich zu einem Amidokohlehydrate verschmolzen sind. In Uebereinstimmung hiermit ist die Fällbarkeit durch basisches Bleiacetat, wo dieselbe an Eiweissderivaten auftritt, auch gewöhnlich von einem ausgesprochenen Reductionsvermögen begleitet und wir dürfen für ihr Eintreten gewiss mit Recht jenen in den Hyalinen und Chitinderivaten so sehr in den Vordergrund tretenden stickstoffhaltigen Kohlehydratrest verantwortlich machen.

Die übrigen auf nachstehender Tabelle verzeichneten Fällungsnachweise gestatten meines Erachtens noch keine nähere Definition. Ich bemerke dazu, dass die Angaben über die Elastinderivate der Arbeit Horbaczewski's entnommen sind, dass die über das Semiglutin und Hemicollin von Hofmeister, die über

das Onuphin von Schmiedeberg herrühren, und alle übrigen Daten auf eigenen Untersuchungen resp. Nachprüfungen basiren. Ich verkenne dabei keineswegs die Unsicherheit, welche sich der Verwerthung von Versuchen verschiedener Autoren auf einem Gebiete entgegenstellt, wo man ganz im Dunkeln tappt und leitende allgemeinere Gesichtspunkte der Beurtheilung des Beobachteten keine Hülfe gewähren. Bei dem, mir zugängigen Materiale habe ich mich bemüht, auch die Salze und die flüchtigen Stoffe auf's Sorgsamste zu beseitigen. Als Repräsentant eines gelösten Eiweisskörpers bediente ich mich reinen Serumeiweisses, die Hemialbumose und Peptone wurden durch Pepsinverdauung aus rohem Fibrin dargestellt und nach den Kühne'schen Methoden durch Ammoniumsulfat isolirt. Die Hemialbumose wurde in siedendem Wasser gelöst und durch Dialyse von dem zugesetzten Kochsalz befreit. Aus der Peptonlösung wurde die Schwefelsäure durch Barytwasser und schliesslich das Ammoniak durch Eindampfen auf dem Wasserbade entfernt.

„Heutzutage", sagt Brücke[1]), „zweifelt niemand mehr daran, dass die Tyrosinreactionen des Eiweisses von einem aromatischen Atomcomplexe herrühren, der auch im Tyrosin enthalten ist und der nach O. Nasse's Beobachtungen[2]) über die Verbreitung jener Reactionen in allen einfach hydroxylirten aromatischen Verbindungen vorausgesetzt werden muss[3])." Ebenso sichergestellt

---

[1]) E. Brücke, Über das Alkophyr und über die wahre und die sog. Biuretreaction. Sitzungsber. d. math.-nat. Classe der k. Acad. d. Wiss. zu Wien. Bd. 87. Abth. 3. 1883. S. 142.

[2]) O. Nasse, Über die aromatische Gruppe im Eiweissmolecül. Sitzungsber. d. naturf. Gesellsch. zu Halle. 1879. S. 25.

[3]) Obiger Satz wird entsprechend den neueren Untersuchungen, welche ergaben, dass diejenigen, zu den Eiweisskörpern in naher Beziehung stehenden Substanzen, unter deren Zersetzungsproducten sich Tyrosin nicht findet, auch die Millon'sche Reaction nicht zeigen, dahin eingeschränkt werden müssen, dass die Anwesenheit der Tyrosin bildenden Gruppe in den Eiweiss- und eiweissartigen Substanzen für das Zustandekommen der Millon'schen Reaction ein unbedingtes Erforderniss zu sein scheint. Damit soll aber natürlich nicht gesagt werden, dass die Millon'sche Reaction in diesem Auftreten vom Tyrosin als solchem und nicht von einem weit einfacheren Atomcomplexe bedingt wird, welcher im Tyrosin, oder richtiger gesagt, in der Tyrosin liefernden Gruppe mitenthalten ist.

Um einen weitern Aufschluss über die Tyrosin bildende Gruppe im Eiweiss zu gewinnen, versuchte ich, die Piria'sche Probe mit Eiweiss und albuminoiden Substanzen, welche noch auf die Millon'

ist jetzt auch die Thatsache, dass die Xanthoproteïnsäurereaction ausser jener Tyrosin liefernden Gruppe noch einem Atomcomplexe

---

sche Probe reagiren, zu erhalten. Ich erinnere daran, dass bezüglich der Piria'schen Probe früher L. Barth (Zur Geschichte des Tyrosins. Sitzungsber. d. math.-nat. Classe der k. Akad. d. Wiss. zu Wien. Bd. 52. Abth. 2. 1865. S. 164) geäussert hat: „Die violette Farbenreaction der sulfotyrosinsauren Salze mit Eisenoxydsalzlösungen ist, wie ich mich überzeugt habe, auch auf Rechnung der Paroxybenzoesäure zu schreiben. Stellt man die Piria'sche, von Staedeler modificirte Tyrosinreaction mit Paroxybenzoesäure an, so erhält man eine dunkelrothe Farbenerscheinung.“ — Mit voller Deutlichkeit habe ich die Piria'sche Reaction sowohl an Serumeiweiss und Keratin als auch an Fibroin eintreten sehen. Wie die Methode vorschreibt, waren die Substanzen mit conc. Schwefelsäure 20 Minuten lang auf dem Wasserbade erwärmt, die blutrothen resp. gelbbraunen Flüssigkeiten mit Baryumcarbonat neutralisirt und die Filtrate mit sehr verdünnter Eisenchloridlösung versetzt. Damit der violette Farbenton in den gewöhnlich stark alkalischen Proben scharf hervortritt und nicht durch ausgeschiedenes Eisenoxydhydrat verdeckt wird, erwies es sich als zweckdienlich, einen Tropfen reiner Salzsäure vorsichtig, der Wandung des Gefässes entlang, an den Grund der fertig gestellten Probe treten zu lassen. Die Skeletine habe ich auf den Eintritt dieser Reaction nicht geprüft; denn ich gewann die Überzeugung, dass negative Resultate hier wenig besagen, und nur durch die warme Schwefelsäure aus den Eiweissstoffen in Freiheit gesetztes Tyrosin, nicht die Tyrosin liefernde Gruppe im Eiweissmolecül den sehr unsicheren positiven Ausfall der Probe bedingt. Für ein Verständniss des Gelingens und Nichtgelingens der Millon'schen wie mehrerer anderer Reactionen an Eiweiss und seinen einzelnen Abkömmlingen sind diese Befunde von der allergrössten Wichtigkeit; denn sie lehren, dass grobe Täuschungen nicht ausgeschlossen bleiben, wenn man ohne ein ausgiebiges Vergleichsmaterial, allein folgend den chromophoren Gruppen, auf die Anwesenheit der chemisch einfachst zusammengesetzten, reactionsfähigen Körper dieser Art als bedingendes Moment zurückgreift. Es ist zwar gesagt, die Piria'sche Tyrosinprobe sei eine sehr delicate Reaction, welche keine erheblichere Beimengungen gestatte und nur mit ziemlich reinen Tyrosinlösungen gelinge. Ich verstehe nicht, wie eine an die neutrale Beschaffenheit der Lösung so eng geknüpfte und durch ihre Farbe so scharf markirte Reaction durch die gewöhnlichen Beimengungen, welche weder auf Eisenchlorid noch auf Tyrosin reagiren, verdeckt werden soll. Man darf allerdings nicht erwarten, unter solchen Umständen, zumal wenn nur Spuren von Tyrosin zugegen sind, die Flüssigkeit im halben Reagenzrohre gleichmässig violett zu bekommen; bei Anwendung von Serumalbumin oder von Keratin glückte mir das nur wenige Male.

Bei Behandlung mit einer warm bereiteten Molybdänsäurelösung in concentrirter Schwefelsäure nehmen nach Fröhde (Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. 145. S. 376) die Albuminstoffe in festem Zustande

Die wichtigsten Reactionen der

+ = Reaction erfolgt, 0 = Reaction bleibt aus.
U. l. bedeutet im Ueberschuss des Reagenz löslich.
U. u. „ „ „ „ „ unlöslich.

Wo Untersuchungen fehlen

	Gelöstes Eiweiss	Hemialbumose	Peptone	Hemielastin	Elastinpepton
Salpetersäure	+ (U. W. u.)	+ (W. l.)	0	+ (U. l.)	0
Essigsäure	+ (U. W. u.)	+ (U. W. + l.)	0	+	
Essigsäure + Ferrocyankalium	+ (W. u.)	+ (W. l.)	0	+	0
Metaphosporsäure .	+ (U. W. u.)	+ (U. u. W. z. Th. l.)	0		
Phosphormolybdänsäure	+ (U. W. u.)	+ (W. z. Th. l.)	+ (W. z. Th. l.)		+
Gerbsäure	+ (W. u.)	+ (W. z. Th. l.)	+ (W. l.)	+	+
Neutrales Bleiacetat	+ (U. l.)	0	0		+ m. Ammoniak
Basisches Bleiacetat	+ (U. l.)	0	Trübung	+ (U. l.)	+
Silbernitrat	+ (U. u.)	+ (U. u.)	+ (U. u.)		
Neutral. Eisenchlorid	0	0	0		
Quecksilberchlorid .	+	+ (U. W. u.)	0	+ (U. l.)	+
Alaun	Trübung	0	0		
Adamkiewicz's Reaction	+	+	+	0	0
Kochprobe mit conc. Salzsäure	+	+	+		
Millon's Reaction	+	+	+	+	+
Xanthoproteïnsäurereaction	+	+	+	+	+
Biuretprobe	+	+	+	+	+

Eiweisskörper und ihrer Derivate.

W. l. bedeutet beim Erwärmen löslich.
W. u. „ „ „ unlöslich.
U. W. l. „ im Ueberschuss des Reagenz wie beim Erwärmen löslich.

blieb die Rubrik unausgefüllt.

Keratinose	Keratinpepton	Glutin	Semiglutin	Hemicollin	Spongionose	Spongin-pepton	Chondroit-säure	Onuphin
+ (W. l.)	0	0	0	0	0	0	0	
+ (W. l.)	0	0			0	0	+ frisch gefällt	
+ (W. l.)	0	0			0	0	0	
+ (W. l.)	0	+			0	0	0	
+ (W. z. Th. l.)	+	+	+ (W. z. Th. l.)	+	+	+	0	
+ (W. l.)	+	+	+ (W. l.)	+	+	+ (W. l.)	0	0
+ (W. l. U. u.)	0	0	0	0	+	0	0	
+ (W. l. U. u.)	+ (U. z. Th. l.)	0	0	+	+	+	+	
+	+	0	0	+	+	0	0	
0	0	0	0	0			+	
+ (U. u.)	0	+	+ (W. l.)	+	0	0	0	0
+	0	0			0	0	0	Giebt keine Eiweissreactionen.
0	0	0	0	0	0	0		
0	0	0	0	0	0	0		
+	+	0	0	0	0	0	0	
+	+	schwach			0	0	0	
+	+	+	+	+	+	+	0	

zukommt, welcher constanter als jene und ebenfalls aromatischer Natur, aus dem aber kein Tyrosin abzuspalten ist. Dagegen sind die Gründe, welche für die Coincidenz der Biuretreaction des Eiweisses resp. seiner Abkömmlinge mit der Anwesenheit einer Harnstoff bildenden Gruppe angeführt werden konnten, weit weniger bindende. Die Analogieen zwischen der Pepton- und der wahren Biuretreaction waren allerdings auffallende; denn für beide war gezeigt, dass 1. die roth gefärbten Lösungen durch Kohlensäure lasurblau, durch Kalizusatz wiederum roth werden (Brücke), dass 2. dieselben an Substanzen gebunden sind, welche beim Auflösen in kalter conc. Schwefelsäure nicht verändert werden (Brücke);

---

eine intensiv blaue Farbe an; dieses Blau geht bei den echten Eiweisskörpern, welche die Adamkiewicz'sche Reaction zeigen und dementsprechend schon durch concentrirte Schwefelsäure allein roth oder rothbraun gefärbt werden, bald in letztere Farben über. Am reinsten geben die Reaction diejenigen Albuminoide, welche die Adamkiewicz'sche Reaction nicht eingehen, wie z. B. die Keratine und das Fibroin, sehr schön, aber weniger beständig auch die Elastine. Ausser an allen echten Eiweisskörpern, an den Proteiden und Fibrinpeptonen, der Hemialbumose und den genannten Albuminoiden tritt die Reaction fernerhin an dem Elastoidin auf; am Cornein bleibt sie schwach und verschwindet bald. Glutin, Spongin, Conchiolin und Chitin geben dagegen in reinem Zustande bei Behandlung mit Fröhde's Reagenz auch nicht die leiseste Andeutung des Auftretens eines blauen oder bläulichen Farbentones; durch die Schwefelsäure nehmen diese Substanzen erst nach kürzerer oder längerer Zeit eine Verfärbung in's Röthliche oder Rothbraune an. Im Bereiche der Eiweissstoffe und ihrer Derivate deckt sich somit die Fröhde'sche vollkommen mit der Millon'schen, nicht mit der Xanthoproteinsäurereaction, obschon sie in ihrer allgemeinen Verbreitung eher der letzteren als der ersteren an die Seite zu stellen ist; denn nicht nur die einfach (Phenol, Salicylsäure, Salicin, Tyrosin), sondern auch die mehrfach (Brenzkatechin, Hydrochinon, Gallussäure) hydroxylirten Benzolderivate nehmen bei Behandlung mit Fröhde's Reagenz neben violetten, rothen, grünen und gelben Färbungen eine azurblaue Farbe an, während die Reaction an aromatischen Verbindungen mit nicht hydroxylirtem Benzolkerne (Benzoesäure, Hippursäure und Nitrobenzol) wie am Trinitrophenol und an den Fettkörpern versagt. Unter allen, von mir mit Fröhde's Reagenz geprüften chemisch reinen Substanzen erwies sich bei keiner das Blau so rein und beständig als beim Tyrosin; doch lässt sich mit derartigen Thatsachen bei den Eiweissreactionen wenig rechnen. Beweist doch auch das Nichteintreten der Fröhde'schen Reaction am Glutin, dass das Gelingen der Xanthoproteinsäurereaction an diesem nicht, wie man versucht sein könnte anzunehmen, auf die Anwesenheit eines mehrfach hydroxylirten Benzolderivates bezogen werden darf.

dass 3. das Spectrum der Reaction in beiden Fällen das nämliche ist (Hewlett Brown). Hierzu kommt noch, dass die rothen Reactionsproducte durch Alkohol nicht gefällt werden und diffusibel sind (Krukenberg). Das Diffusionsvermögen für vegetabilisches Pergamentpapier theilt aber nur die Pepton- mit der wahren Biuretreaction; die an reinen Eiweiss- und Albumoselösungen durch Kali- und Kupfersulfat erzielten rothen Farbstoffkörper sind indiffusibel und so leicht von jenen zu unterscheiden.

Nach Brücke soll eine Differenz zwischen der Pepton- und der wahren Biuretprobe darin bestehen, dass der bei ersterer auftretende rothe Farbstoff nicht zur Krystallisation zu bringen ist, während aus der wahren Biuretprobe rothe „auffallend pleurodichroitische Krystalle“ auswittern. Ich überzeugte mich indess, dass das rothe Product der Peptonreaction ebenfalls krystallisirt, und gewann die Krystalle auf folgende Weise: Eine wässerige Lösung von viel Fibrinpepton wurde so lange mit Natronlauge und Kupfervitriollösung kalt versetzt, als die Purpurfärbung sich eben noch verstärkte, kein bläulicher Farbenton der Probe auf einen Überschuss an Kupfervitriollösung hinwies. Das dazu erforderliche Reagenzquantum war durch einige Vorversuche leicht ausfindig zu machen gewesen. Darauf wurde die purpurrothe Flüssigkeit mit dem 3 bis 4fachen Volum 90 $^0/_0$igen Alkohols gemischt, 48 Stunden stehen gelassen, filtrirt und im Exsiccator über wenig concentrirter Schwefelsäure verdunstet. Bei der mikroskopischen Untersuchung zeigten sich in dem, während weniger Tage entstandenen rothen Ringe am Rande der Schale neben zahlreichen ungefärbten Nadeln von Natron röthliche Krystalle, welche aus nichts anderem als dem Peptonbiuret bestehen konnten. Die gut ausgebildeten Krystalle lagen vereinzelt neben einander und stellten Prismen mit doppelten oder einfachen, an beiden Enden unter verschiedenen Winkeln aufgesetzten Endflächen dar; am gewöhnlichsten waren sechseckige, dünne Krystallplättchen, die, von oben gesehen, schwach geröthet erschienen und einen intensiveren Farbenton erst bei einer divergenteren Stellung annahmen. Vom Rande des Deckglases hinzutretende Salzsäure löste die Krystalle ohne Kohlensäureentwicklung auf, jeden derselben zu Beginn der Einwirkung in einen öligen Tropfen verwandelnd. Auf demselben Wege liessen sich auch die von Brücke beschriebenen Krystalle aus dem Biuret erhalten, welche mit den Farbstoffkrystallen der Peptonbiuretreaction nicht identisch sind. Dieses kann aber gewiss ebenso wenig überraschen als die missglückten Versuche,

den Farbstoff der Eiweissbiuretreaction in krystallisirter Form abzuscheiden.

Wird eine Eiweisslösung mit Natron und Kupfersulfat gekocht, die purpurfarbige Flüssigkeit mit dem 4fachen Volum absoluten Alkohols gemischt, der entstandene Niederschlag nach einigen Tagen abfiltrirt und das Filtrat über concentrirter Schwefelsäure verdunstet, so stellt sich bald eine Missfärbung der Lösung ein, und es hinterbleiben grünschwarze, von der Unterlage beim Eintrocknen leicht abspringende Schollen mit eigenthümlich blauem Reflexe. Die Verfärbung, welche die Flüssigkeit beim Eintrocknen annimmt, indem sie ihren purpurnen Farbenton mit einem unansehnlich blauschwarzen vertauscht, scheint mir allein schon anzudeuten, dass die an der Unterseite der Schollen regelmässig zu beobachtenden violettblauen Krystallbüschel ein weit abliegendes Zerfallsproduct des Eiweissbiuretes darstellen.

Nimmt man zu allen diesen Erfahrungen über die Biuretreaction noch die rasch eintretende Vermehrung der Harnstoffausscheidung nach gesteigerter Eiweisszufuhr hinzu, berücksichtigt man, dass selbst noch die Skeletine beim Kochen mit Alkalien einen Theil ihres Stickstoffs leicht als Ammoniak entwickeln[1]) (und dass gerade aus dieser Stickstoffabgabe Nasse[2]) schloss, der locker gebundene Stickstoff des Eiweisses sei ähnlich „wie im Harnstoff, in den Aminsäuren und den Säureamiden, d. h. also gebunden in Form von Amid an Carbonyl"), und dass Zufuhr von Ammoniumsalzen die Menge des ausgeschiedenen Harnstoffes vermehrt, so muss die Abhängigkeit des Eintretens der Biuretreaction von der Anwesenheit einer Harnstoff liefernden Gruppe mehr als wahrscheinlich werden. Die Zersetzungsweise des Spongins macht diese Überlegung zur annähernden Gewissheit.

Unter den echten Skeletinen ist keines so sehr zu einer vollständigen und tiefgreifenden Zersetzung disponirt als das Spongin, so widerstandsfähig dasselbe auch im intacten Zustande erscheinen mag. Gelingt es seinen chemischen Bau an einer Stelle zu lockern,

---

[1]) Aus dem Chitin, welches neben der Glykosidgruppe nur noch den Indol liefernden Atomcomplex führt und die Biuretreaction nicht giebt, entwickelt sich erst beim Eindampfen mit concentrirter Kalilauge reichlicher Ammoniak.

[2]) O. Nasse, Über den Stickstoff der Eiweisskörper. Sitzungsb. der naturf. Gesellsch. zu Halle. 1872. S. 16—19 u. Studien über die Eiweisskörper. Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 6. 1872. S. 589—616.

so zerfällt es in sehr einfache Bestandtheile, das ganze Sponginmolecül zerbröckelt gleichsam in die es zusammenfügenden Atomcomplexe. Bei Behandlung mit überhitztem destillirten Wasser erfolgt eine energische Ammoniakentwicklung, Leucin wird nachweisbar, die Anwesenheit von Brenzkatechin und ein intensiver Caramelgeruch deuten auf einen verbrannten Zuckerstoff, welcher, wenn die Erhitzung nicht zu hoch getrieben wurde, sich auch an seinem Reductionsvermögen zu erkennen giebt und selbst im krystallisirten Zustande abgeschieden werden konnte. Die Glykosegruppe ist von allen Atomcomplexen im Spongin am mächtigsten vertreten und damit mag es auch zusammenhängen, dass wir bei den Gummischwämmen statt des Spongins ein Hyalogen antreffen, welches beim Erhitzen mit verdünnter Schwefelsäure nicht weniger als 40°/₀ einer krystallisirten Zuckerart liefert, von der ich über 30 gr. besitze, die aber noch der Untersuchung harrt.

Beim Oeffnen einiger mit Spongin und destillirtem Wasser stundenlang über 100° C. erhitzter Röhren hatte ich schon vor einem Jahre einen widerwärtigen Geruch wahrgenommen, der den penetranten Ammoniak- und Caramelgeruch maskirte und an den des Haifischfleisches erinnerte. So kam ich auf den Gedanken, die in dem einen wie dem andern Falle sich bemerkbar machenden übelen Gase mit einer Harnstoffzersetzung in Beziehung zu bringen und wurde in dieser Auffassung noch mehr bestärkt, als ich fand, dass die Biuretgruppe im Sponginmolecül die exponirteste Lage einnimmt und so viele Argumente für deren Harnstoffnatur beigebracht werden konnten.

Als ich nun den Inhalt jener 12 Röhren, welcher mir zugleich zur Darstellung der Spongionose und des Sponginpeptons diente, nach der Neutralisation auf dem Wasserbade eingedampft und mit absolutem Alkohol ausgekocht hatte, erhielt ich aus dem alkoholischen Filtrate einen syrupösen Verdampfungsrückstand, der über conc. Schwefelsäure 2 Wochen stehen blieb und in dem sich dann bei der mikroskopischen Untersuchung neben Leucinknollen spiessige Krystalle zeigten, die zu definiren mir misslang. Anorganischer Beschaffenheit konnten dieselben nicht sein, da das zu den Versuchen verwandte Spongin sich als aschenfrei erwiesen hatte und 1 gr. des alkoholischen Verdampfungsrückstandes nach dem Glühen keine Asche hinterliess.

Eine Probe des alkoholischen Verdampfungsrückstandes wurde in einem Uhrgläschen mit Salpetersäure, eine andere mit Oxalsäurelösung verrieben; in beiden Fällen entstanden Krystallaus-

scheidungen, welche unter dem Mikroskope betrachtet den entsprechenden Harnstoffverbindungen täuschend ähnlich waren. Durch eine so hohe und so lange fortgesetzte Erhitzung mit destillirtem Wasser, wie sie bei der Zersetzung des Spongins von mir angewendet war, sah ich aber sehr erhebliche Harnstoffmengen vollständig dissociirt werden, und falls der alkoholische Verdampfungsrückstand des zersetzten Spongins thatsächlich Harnstoff enthielt, so liess sich dessen Unzersetztbleiben nur durch ein Entstehen desselben am Schlusse der überhitzten Wassereinwirkung erklären; erwies sich das Spongin doch nicht in allen Röhren vollständig gelöst und war, wenn unsere Deutung der Biuretgruppe zutraf, unter günstigen Umständen aus dem Spongin doch auch eine reiche Harnstoffausbeute zu erwarten.

Um diese Erwägungen auf ihre Richtigkeit zu prüfen, stellte ich mir nochmals reines Spongin dar, füllte 8 Röhren mit je 1 gr. desselben und mit 35—40 cbc. destillirtem Wasser, erhitzte vier derselben aber nur auf 105—110° C., die vier anderen bis auf 120° C. und zwar nicht länger als 6 Stunden. Von dem Spongin war nach dem Erwärmen in einigen Röhren noch viel vorhanden, in anderen weit mehr gelöst, und auch bezüglich der Reaction boten sich Unterschiede; es war unmöglich, bei diesen Versuchen durch Einhaltung derselben Bedingungen einen gleichen Effect zu erzielen. Ich sah deshalb davon ab, den Inhalt der weniger hoch erhitzten Röhren gesondert zu untersuchen oder eine Trennung nach dem schwächeren oder stärkeren Alkalescenzgrade der Inhaltsmassen vorzunehmen und unterzog die Flüssigkeiten aus allen 8 Röhren gemeinsam der Prüfung auf Harnstoff.

Das Filtrat wurde wie bei dem ersten Versuche mit Salzsäure neutralisirt, auf dem Wasserbade zur Syrupsconsistenz eingedickt, mit absolutem Alkohol ausgekocht und das alkoholische Filtrat über Chlorcalcium und conc. Schwefelsäure langsam verdunsten gelassen. Eine Probe des Rückstandes gab wie das erste Mal sowohl mit Salpetersäure als mit Oxalsäurelösung weisse harte Krystallisationen, die von denen der Harnstoffverbindungen in der Art des Ausscheidens und in der Form der einzelnen Krystalltäfelchen, welche zwar erst bei Hartnack IX deutlich hervortraten, nicht abwichen. Der mehrere Gramm betragende alkoholische Verdampfungsrückstand wurde mit etwa 15 cbc. Wasser aufgenommen, filtrirt, das Filtrat in einen Schlauch von Pergamentpapier gefüllt und der Dialyse gegen 60—70 cbc. absoluten Alkohols unterworfen. Nachdem die Dialyse 3 Tage unterhalten

war, wurde das alkoholische Dialysat auf dem Wasserbade eingedampft, der braune Rückstand auf's Neue mit etwas Alkohol aufgenommen, der Rückstand des Filtrates mit Petroläther gewaschen und in Essigäther gelöst. Auf Zusatz von Salpetersäure resp. von alkoholischer Oxalsäurelösung entstanden in dieser Lösung wieder die nämlichen krystallinischen Niederschläge, aber auch keine grössere Krystalltäfelchen als in dem ursprünglichen alkoholischen Verdampfungsrückstände.

Aus diesen Befunden glaube ich auf die Entstehung von Harnstoff bei der Zersetzung des Spongins schliessen zu dürfen, wennschon ich zugeben muss, dass erst das Resultat eines in grösserem Massstabe ausgeführten Versuches, den meine Hülfsmittel nicht anzustellen erlauben, hierüber die nöthige Gewissheit gewähren wird. Entgegen den widersprechenden Urtheilen anderer Autoren (Subbotin, F. Lossen u. A.) hält Béchamp[1]) noch immer an seiner früheren Angabe fest, dass Albumin, ja dass sämmtliche Eiweisssubstanzen bei Behandlung mit Kaliumhypermanganat eine gewisse Menge von Harnstoff liefern. Er dürfte Recht behalten! Ich habe bei den Sponginuntersuchungen ganz den Eindruck empfangen, als ob unter den angegebenen Versuchsbedingungen, wegen der leichten Zersetzlichkeit des Harnstoffes, nur die beim Abbrechen des Versuches entstehenden Mengen dieses Körpers unverändert bleiben und dass deshalb meist wohl nur Spuren davon in unsere Hände gelangen; nicht viel günstiger gestalten sich die Verhältnisse, wenn wir durch andere Mittel als durch überhitztes Wasser spaltend auf die Eiweisskörper einwirken.

„Keine thatsächlichen Gründe existiren," bemerkt Baumann[2]), „welche gegen die Annahme, dass die Atomcomplexe der Spaltungsproducte des Eiweisses im Eiweissmolecül enthalten seien, sprechen, doch giebt es solche, welche für dieselbe geltend gemacht werden können." Dieser kühne Ausspruch — ich erinnere nur an das Indol — wird für die Leucin liefernde Gruppe noch am zutreffendsten sein. In den einfachsten Eiweissderivaten, in welchen dieser Atomcomplex erhalten blieb, im Spongin und Conchiolin, erscheint bei den mannigfachsten Zersetzungsvorgängen das Leucin als constantes Product und Vorstufen desselben sind lediglich in

---

[1]) Dumas, Rapport sur le Mém. relatif aux matières albuminoides, présenté à l'Acad. par M. A. Béchamp. Compt. rend. T. 94. 1882. p. 1281.

[2]) E. Baumann, Arch. f. d. ges. Physiologie. Bd. 29. 1882. S. 419.

Producten gegeben, welche sich von der Muttersubstanz nur in den Löslichkeitsverhältnissen unterscheiden dürften, der elementaren Zusammensetzung nach von jener in kaum bestimmbarer Weise abweichen. Einen besonderen Hinweis verdient jedenfalls auch der Umstand, dass aus Eiweiss und den verdaulichen Eiweissderivaten Leucin (ebenso wie das Tyrosin) schon durch die blosse Einwirkung der Enzyme abgesplissen wird. Die geringen Mengen von Leucin, welche gegenüber den Zersetzungsproducten des Zuckerstoffes noch das auf wenige unterscheidbare Atomcomplexe reducirte Spongin bei einer gelungenen vollständigen Spaltung liefert, lässt die Mächtigkeit der Leucin bildenden Gruppe im Eiweissmolecül gering erscheinen. Quantitative Bestimmungen des bei Zersetzung verschiedener Eiweiss- und eiweissartiger Stoffe auftretenden Leucins sind von mir zwar mehrfach unternommen, führten aber zu keinem befriedigenden Resultate. Denn einerseits war das Leucin von dem Tyrosin nicht genügend zu trennen, und andererseits blieb der grösste Theil desselben mit den Peptonen vereinigt. Dieser Schwierigkeiten sind auch andere Untersucher nicht Herr geworden, und die z. B. von Erlenmeyer und Schoeffer quantitativ bestimmten Leucinmengen geben uns schon aus diesem Grunde kein Bild von der Betheiligung der Leucin bildenden Gruppe am Aufbau des Eiweissmolecüles.

Hinsichtlich der Indol liefernden Gruppe liegen die Dinge wesentlich anders. Die Indolentwicklung aus dem Chitin lässt sich nach der für diese Substanz ziemlich gesicherten empirischen Formel nur unter gleichzeitigem Austritt von Ammoniak verstehen, welcher bei dem Versuche in der That in reichlichem Masse statt hat.

Nachdem von mir [1]) zuerst gezeigt wurde, wie aus Substanzen (Hyalogene), die in den entscheidenden Farbenreactionen den Eiweisskörpern durchaus gleichen, Kohlehydrate abgespalten werden können, und durch überhitztes Wasser aus jenen ebenso wie aus reinen Kohlehydraten Brenzkatechin in Freiheit zu setzen ist [2]), nachdem ich [3]) (später auch Paschutin [4])) auf die pathologische Kohlehydratentartung der Gewebe aufmerksam gemacht und die-

---

[1]) Ueber die Hyaline. Würzburg 1883.

[2]) Zeitschr. f. Biologie. Bd. 22. 1885. S. 269.

[3]) Chondrin und Chondroitsäure. Sitzungsb. d. physik.-medic. Ges. zu Würzburg. 1884. S. 19—23.

[4]) V. Paschutin, Centralbl. f. d. medic. Wiss. 1884. S. 689—695 und Wratsch. 1884. No. 30.

selbe zu erklären versucht habe, in Uebereinstimmung damit schon früher von Külz[1]) gefunden war, dass bei einem schweren Diabetiker 1240 gr. eingeführten Caseïns etwa 360 gr. Harnzucker entsprechen, und mir[2]) schliesslich auch die Trommer'sche Zuckerprobe an allen echten Eiweisskörpern gelang[3]), wird die Anwesenheit einer äusserst resistenten Kohlehydratgruppe im Eiweiss und eine einfache Abspaltung derselben unter pathologischen Verhältnissen wohl nicht mehr in Zweifel gezogen. Alle Bemühungen, die Fette in der nämlichen einfachen Weise vom Eiweiss abzuleiten und sie in diesem präformirt zu finden, sind dagegen vollständig gescheitert; zu ihrer Bildung bedarf es sicherlich eines synthetischen Vorganges, wie wir dementsprechend Fettbildung aus Eiweiss unabänderlich an die Function lebender Zellen gebunden sehen. Während es uns geglückt ist, das Eiweissschema künstlich bis zum Keratin abzubauen, ja aus Eiweiss selbst Derivate künstlich erhalten wurden, an denen zugleich auch die Millon'sche Reaction versagt, und Zucker wie dem Gummi ähnliche Substanzen aus Eiweiss jetzt mehrfach abgespalten wurden, lässt sich der fettigen Metamorphose des Eiweisses allein erst die Eiweissbildung aus Leim und Tyrosin (T. Escher und L. Hermann) als eine besser durchsichtige Synthese an die Seite stellen[4]). Man war sich wenig bewusst, dass eine gelungene Synthese verkündet

---

[1]) E. Külz, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmak. Bd. 6. 1877. S. 140—142.

[2]) Centralbl. f. d. medic. Wiss. 1885. S. 609 u. 610.

[3]) Ich vermag meine Verwunderung darüber nicht zu unterdrücken, dass Worm-Müller, der bei seinen zahlreichen Zuckerbestimmungen wiederholt (vgl. z. B. Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 27. 1882. S. 54, 79, 90 etc.) zu dem v. Babo'schen Verfahren griff, niemals, auch nur der Controlle wegen, dasselbe an Eiweissstoffen versucht hat. Noch in einer seiner letzten Abhandlungen (Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 35. 1885. S. 104) bezeichnet er das Eiweiss als eine „nicht reducirende Substanz."

[4]) So lehrreich es auch sein würde, die Veränderungen des Alkalispongins und der Spongionose im thierischen Organismus und ihren relativen Nährwerth zu erfahren, so wird die Ausführung derartiger Versuche wegen der geringen Ausbeute an diesen Stoffen doch noch zu sehr erschwert. Trotzdem ich über 100 gr. Spongin mit Barytwasser zersetzte, gewann ich von den Körpern nicht so viel, um eine Elementaranalyse derselben mit Aussicht auf Erfolg unternehmen zu können. Es bilden sich, wie ich bereits hervorhob, aus dem Spongin zu leicht die Endproducte der Umsetzung, und unter der Baryteinwirkung nicht langsamer als unter der des überhitzten Wassers.

wurde, als man dem Glutin die Millon'sche Reaction absprach, dem Semiglutin dieselbe zugestand. Doch Alles was man künstlich mit den Eiweisskörpern vorzunehmen wusste, beschränkt sich auf Zerstückelungen ihres Molecüls und auch nicht zwei solcher Fragmente verstand man wieder zusammenzufügen.

Jena, d. 28. Dec. 1885.

Zur Beurtheilung des Nährwerthes der sogenannten Leube-Rosenthal'schen Fleischsolution.

Von. C. Fr. W. Krukenberg.

In Folge von Untersuchungen über die Spaltung der Eiweisskörper durch überhitztes Wasser wandte sich mein Blick einem käuflichen Präparate zu, welches nach Leube's Vorschrift[1]) aus frischem Rindfleisch durch stundenlanges Erwärmen mit 2 $^0/_0$iger Salzsäure auf 110—120° C. dargestellt wird, und welches „wie die massenhaften Bestellungen" in den, mit seiner Herrichtung betrauten Apotheken beweisen, „in kürzester Zeit in ganz Deutschland wie im Auslande Anwendung gefunden hat". Ich meine die sog. Leube-Rosenthal'sche Fleischsolution, bei „deren Bereitung die Peptonisirung mindestens so weit getrieben" sein soll, „als dies im Magen möglich ist" (Rosenthal), welcher man „einen starken Peptongehalt" zuschreibt und von der man annimmt, dass sie „grösstentheils als solche einfach resorbirbar" (Leube) sei.

Seitdem uns Kühne[2]) belehrt hat, dass unter den käuflichen, von Kühne in dieser Hinsicht geprüften Peptonen nur das durch Trypsinverdauung gewonnene Präparat von Sanders-Ezn zum grössten Theile aus wirklichem Pepton (Antipepton)

---

1) W. O. Leube, Ueber eine neue Art von Fleischsolution als Nahrungs- und Heilmittel bei Erkrankungen des Magens. Berliner klinische Wochenschr. 1873. No. 17. S. 193. — Vgl. auch: Leube, Sitzungsber. d. physik.-medic. Societät zu Erlangen. Heft 4. 1872. S. 85; Rosenthal, ebenda. Heft 5. 1873. S. 129; Leube, Ueber die Therapie der Magenkrankheiten. R. Volkmann's Sammlung klinischer Vorträge. No. 62. 1873.

2) Kühne, Albumosen und Peptone. Sep.-Abdr. a. d. Verhandl. d. naturh.-medic. Vereins zu Heidelberg. N. F. Bd. 3. Heft 4. 1885.

besteht, dagegen das Grübler'sche, zwar noch als peptonhaltig zu bezeichnen, doch schon weit reicher an Albumosen ist, das Witte'sche Pepton nur Spuren von Pepton führt und die sog. Fleischpeptone von Kemmerich und Kochs[1]) „keine Spur Pepton enthalten", war ein bedeutender Peptongehalt der sog. Fleischsolution für den, welcher die Resistenz der Muskelalbumine gegen Säuren kennt, schon von vorn herein sehr unwahrscheinlich geworden. Ich weiss nun zwar aus eigenen Erfahrungen, dass man bei genauer Einhaltung der Leube'schen Vorschrift auf einem allerdings umständlichen Wege etwas mehr Albumosen und Peptone gewinnen kann als die käuflichen Präparate aufweisen; aber, wie ich denke, interessiren den Arzt und das Publikum ausschliesslich die letzteren, welche durch die Empfehlungen ihrer Erfinder und anderer namhafter Kliniker jetzt den Markt beherrschen. Die folgenden Analysen, welche keiner weitern Interpretation bedürftig sind, werden zeigen, was von der viel gepriesenen Löslichkeit und leichten Resorbirbarkeit dieser unappetitlichen Massen in Wirklichkeit zu halten ist.

---

1) Bezüglich der beiden in den Handel gebrachten Fleischpeptone sei Folgendes bemerkt: Albumosen wie Peptome nehmen, wenn sie aus reinen Eiweissstoffen (z. B. aus Fibrin oder Serumalbumin) dargestellt sind, mit voller Deutlichkeit einen purpurvioletten Farbenton an, sowohl bei Ausführung der Kochprobe mit conc. Salzsäure wie auch bei der Adamkiewicz'schen Reaction. Sind dagegen in der Lösung noch erheblichere Quantitäten von Collagenderivaten (Glutin, Semiglutin, Hemicollin) vorhanden, so wird der Purpur durch eine braungelbe Farbe leicht ganz verdeckt. Bei Anstellung dieser Reactionen tritt nun die Purpurfärbung weder an dem Kemmerich'schen noch an dem Kochs'schen Peptone deutlich hervor, und zwar lediglich deshalb, weil beide Handelsartikel sehr viel von den sog. Leimpeptonen enthalten; die Millon'sche Probe gelingt mit beiden gleich gut, und ihr intensives Eintreten bekundet, dass die Präparate nicht gerade als arm an echten Albumosen zu bezeichnen sind. Ich glaube nach meinen Erfahrungen über die Einwirkung von überhitztem Wasser, Säuren und Alkalien auf frisches Rindfleisch und nach meinen Analysen der beiden Präparate nicht fehlzugehen, wenn ich vermuthe, dass das Kemmerich'sche Pepton durch einfache Ueberhitzung des Fleisches, das Kochs'sche hingegen durch Behandlung des Fleisches mit verdünnter Natronlauge resp. Sodalösung dargestellt wird. Beide Präparate bestehen (insofern es sich nicht um reine Spaltungsproducte des Collagens handelt) vorwiegend aus Producten tiefgehenderen Eiweisszerfalles und verdienen deshalb meines Erachtens keine Empfehlung, wennschon den viel gerügten, durch den hohen Salzgehalt (Natriumphosphat?) veranlassten

I. „Verbesserte Leube-Rosenthal'sche Fleischsolution", bereitet von R. Stütz (Dr. R. Mirus'sche Hofapotheke) in Jena. Von Leube[1]) allein empfohlen und auf der Ausstellung für Gesundheitspflege in Brüssel 1876 prämiirt.

Die Blechbüchse enthielt etwas mehr als 120 gr. eines unansehnlichen, mit Fleischkrümeln untermischten Breies, und der Preis derselben betrug 95 Pfg., — viel Geld für das, was dem Käufer darin geboten wurde.

119 gr. dieser sog. Fleischsolution wurden mit Wasser ausgekocht, die Flüssigkeit nach schwachem Ansäuern mit Essigsäure filtrirt, der Rückstand auf dem Filter mit siedendem Wasser ausgewaschen und die vereinigten Filtrate durch Eindampfen auf dem Wasserbade concentrirt. Der etwa 80 cbc. betragende Verdampfungsrest wurde mit neutralem Ammoniumsulfat gesättigt, die sich dabei ausscheidenden, bräunlich gefärbten Flocken und das ungelöst gebliebene Ammoniumsalz abfiltrirt, mit gesättigter Ammoniumsulfatlösung nachgewaschen und die Filtrate so lange mit immer neuen Mengen gesättigten Barytwassers auf dem Wasserbade eingedampft, als ein weiterer Barytzusatz keinen Niederschlag bewirkte und der Verdampfungsrest kein Ammoniak mehr entwickelte. Darauf wurde letzterer Rückstand mit heissem Wasser verrieben, das Baryumsulfat abfiltrirt, mit siedendem Wasser vollständig ausgelaugt und die durch Eindampfen concentrirten Filtrate durch Einleiten und Schütteln mit Kohlensäure von dem Baryt befreit. Das Filtrat von der Baryumcarbonatfällung wurde eingedickt, der Syrup mit wenig kaltem Wasser aufgenommen, die dabei ungelöst zurückgebliebenen reinen Mineralsalze abfiltrirt, das Filtrat in einem Uhrgläschen zuerst auf dem Wasserbade und später tagelang über conc. Schwefelsäure getrocknet.

Das Gewicht des Rückstandes betrug 3.762 gr., und es repräsentirte derselbe den gesammten Gehalt der in Arbeit genommenen 119 gr. Fleischsolution an löslichen Salzen, Fett, Peptonen, Kreatin, Hypoxanthin u. dgl. m. An wasserfreien alkoholischen Aether gab diese Masse 0.787 gr. fettiger Stoffe ab und hinterliess 1.604 gr. Asche.

Setzen wir voraus, dass die 119 gr. der Fleischsolution der nämlichen Gewichtsmenge frischen Fleisches entsprochen haben,

---

Nachtheilen des Koch's'chen Präparates verhältnissmässig leicht abzuhelfen wäre.

1) Leube, Ueber die Therapie der Magenkrankheiten, a. a. O., S. 513 Anm.

so würden für die sog. organischen Extractivstoffe (Kreatin, Hypoxanthin etc.) mindestens noch 0.1 gr. in Abrechnung zu bringen sein, und es können demnach in dem ganzen Rückstande unmöglich mehr als 1.271 gr. Peptone zugegen gewesen sein. Berücksichtigen wir ferner, dass ein Theil der Alkalien in dem Trockenrückstande als Carbonate, in der Asche dagegen als Oxyde gewogen wurde, so ergiebt sich schon ein weiterer Gewichtsausfall zu Ungunsten des Peptongehaltes, und aus der Stärke des Eintretens der Biuretreaction glaube ich schliessen zu müssen, dass in dem ganzen Topfe auch nicht 2 centigr. Peptone vorhanden gewesen waren.

Die sich beim Sättigen der filtrirten wässrigen Auskochung der Fleischsolution ausgeschiedenen Flocken wurden nach dem Auswaschen mit conc. Ammoniumsulfatlösung von den anhaftenden Salzkrystallen möglichst vollständig befreit, in siedendem Wasser gelöst, die Lösung in einen Schlauch aus vegetabilischem Pergamentpapier gefüllt und gegen destillirtes Wasser dialysirt. Die Dialyse wurde 48 Stunden fortgesetzt, dabei (um jeder Fäulniss vorzubeugen) der Schlauchinhalt nach je 15 Stunden aufgekocht und das umgebende Wasser zweimal gewechselt. Die im Schlauche zurückgebliebene Flüssigkeit lieferte 2.36 gr. festen Rückstand, in welchem zwar noch Ammoniumsulfat (aus 2 Schwefelbestimmungen ergab sich für die 2.36 gr. Trockenrückstand ein Gehalt von 0.49 resp. 0.54 gr. an diesem Salze), aber keine grössere Glutinmenge nachzuweisen war, und der vorzugsweise aus in kaltem Wasser leicht löslichen Albumosen bestand; der Gehalt der Fleischsolution an diesen ist demnach gleichfalls ein unerwartet geringer, beziffert sich den obigen Angaben gemäss nicht höher als 1.87 gr. und wird durch die, mit dem Ammoniumsulfat durch die Schlauchwandung diffundirten Albumosenmengen (nach Herrn Geheimrath Kühne's gütiger Mittheilung vornehmlich Deuteroalbumose) nicht sonderlich gehoben. Um letztere zu finden, wurden die drei zur Dialyse benutzten Wasserportionen auf dem Wasserbade eingedampft, der wenig organische Substanz einschliessende Rückstand (4.74 gr. an Gewicht) mit Salpeter und Soda zersetzt, die Schmelze in destillirtem Wasser gelöst und zur Schwefelsäurebestimmung in zwei gleiche Volumina getheilt. Bei der ersten Schwefelsäurebestimmung wurden 6.087 gr. Baryumsulfat (0.836 gr. Schwefel) = 3.45 gr. neutr. Ammoniumsulfat, bei der zweiten 7.937 gr. (1.09 gr. Schwefel) = 4.16 gr. Ammoniumsulfat gefunden, und es würden hiernach der im Schlauchdialysor rückständig ge-

bliebenen Albumosemenge von 1,87 gr. noch 0.94 gr. diffundirte zu addiren sein, sodass sich jetzt der Albumosegehalt der 119 gr. Fleischsolution auf ca. 2.81 gr. stellen würde.

II. Ein ganz ähnliches Präparat in derselben Verpackung und unter der nämlichen Bezeichnung wie I. wird von Hüffner's Hof- und Rathsapotheke (R. Wahrburg) in Jena in den Handel gebracht. Die Probe, welche mir zum Vergleiche vorlag, bot wegen des grösseren Fettgehaltes, der zahlreichen Knoten und seiner schmutzig grauen Farbe nur ein noch weniger einladendes Aeusseres dar als das Stütz'sche Fabrikat und war, wie die in analoger Weise ausgeführte Analyse beweist, auch weniger sorgfältig zubereitet. Die Büchse wog 253 gr., und ihr Inhalt sollte $^1/_2$ Pfund reinen Fleisches entsprechen.

161 gr. der Fleischsolution wurden mit siedendem Wasser unter Essigsäurezusatz ausgekocht, das auf 70 cbc. concentrirte Filtrat mit Ammoniumsulfat gesättigt, die dadurch ausgefällten Albumosen abfiltrirt, mit saturirter Ammoniumsulfatlösung nachgewaschen, das Filtrat in oben angegebener Weise mit Barytwasser eingedunstet, der Rückstand mit siedendem Wasser ausgelaugt, von Baryt und anderen Mineralbestandtheilen befreit und die peptonhaltige Trockensubstanz alsdann gewogen. Ihr Gewicht belief sich auf 3.275 gr., wovon jedoch nicht weniger als 1,341 gr. für Fett, 1.507 gr. für Aschenbestandtheile und mindestens 0.15 gr. für die organischen Extractivstoffe in Abzug zu bringen sind, so dass für die Peptone nur noch 0.277 gr. übrig bleiben würden. Allein entscheidend für den Peptonnachweis ist ausschliesslich die Biuretprobe, und diese zeigte in dem Rückstande nur die Anwesenheit von Spuren dieser Körper an.

Die 48 Stunden lang der Dialyse gegen destillirtes Wasser unterworfen gewesene Albumoselösung hinterliess 4.702 gr. festen Rückstand, welcher sich gemäss der Schwefelsäurebestimmung aus 1.672 gr. Ammoniumsulfat (= 0.405 gr. Schwefel oder 2.949 gr. Baryumsulfat) und aus 3.03 gr. Albumosen zusammensetzte, jedoch weit mehr leimte als das aus dem vorigen Präparate gewonnene Product. Der Verdampfungsrest der Dialysate (5.461 gr.) bestand dagegen aus 4.887 gr. Ammoniumsulfat (= 1.185 gr. Schwefel oder 8.628 gr. Baryumsulfat) und aus 0.575 gr. Albumosen. In den 161 gr. Fleischsolution waren somit nur 3.605 gr. Albumosen anwesend.

So sehr ich es auch missbilligen muss, dass, seitdem O. Nasse[1]) den gravirenden Unterschied zwischen den Acidalbu-

1) O. Nasse, Sitzungsber. d. naturf. Gesellsch. zu Halle. 1873. S. 31

minen und den Albumosen resp. Peptonen dargethan und Kühne[1]) brauchbare Methoden zur Auffindung und Trennung letzterer Substanzen angegeben hat, die, wie mir mitgetheilt wurde, an dem Verkaufe der Fleischsolution mitbetheiligten Erfinder nicht durch eigene Untersuchungen den weiten Interessentenkreis über ihr Präparat aufzuklären versuchten, sondern vielmehr warteten, bis von anderer Seite die ganze Gehaltlosigkeit ihres Unternehmens aufgedeckt wird, so will ich mich doch gegen die etwaige Annahme verwahren, dass auch die klinischen Erfolge, welche Leube mit der sog. Fleischsolution erzielt zu haben angiebt, rein illusorische sind. Wie ich mich überzeugt habe, wird jene unter der Säureeinwirkung entstandene Muskelgallerte von Pepsinsalzsäure äusserst schwer angegriffen, von alkalischer Trypsinlösung hingegen verhältnissmässig rasch verdaut, und es liegt demnach gewiss nichts näher als anzunehmen, dass wenn „wie hier, die Speise an Weichheit einem feinen Schlamme gleichkommt, der mechanische Reiz, den andere Nahrungsmittel durch die Reibung an den Wänden des Magens auf die Schleimhaut desselben ausüben, beim Genuss der Fleischsolution ganz und gar wegfällt". Wenn nun aber Leube fortfährt, dass „das Gebiet der Krankheiten, in welchen die Fleischsolution mit Nutzen gereicht wird, selbstverständlich nicht nur das enge Gebiet der Magenkrankheiten sei, sondern dass überall, wo uns daran liegen muss, den Verdauungsorganen eine absolut reizlose Nahrung zuzuführen, wo Gefahr von starker Arbeit des Darmcanales oder von der mechanischen Reizung seiner Wände durch die Ingesta droht, die Darreichung der Fleischsolution am Platze sein werde", so ist das meines Dafürhaltens eine irrige Vorstellung, die eben durch den angeblichen mehr oder minder starken Gehalt an Peptonen, deren Nährwerth überdies noch ein sehr problematischer ist[2]), erweckt wurde. Aus dem Umstande, dass die Muskelgallerte von dem pankreatischen Secrete eigentlich allein verdaut wird, muss vielmehr geschlossen werden, dass diese der Darmverdauung und der Darmresorption weit grössere Arbeit verursacht als die Nahrungsmittel, welche schon vom Magensafte energischer angegriffen werden, und ich halte deshalb die Fleischsolution auch nur für verwerthbar bei Magenleiden. Um ein Präparat für diesen Zweck zu gewinnen, braucht

1) Kühne, a. a. O.

2) Vgl. z. B. C. v. Voit, Physiologie des allg. Stoffwechsels und der Ernährung. Hermann's Handbuch der Physiologie. Bd. 6. Th. 1. Leipzig. 1881. S. 394.

man aber nicht das umständliche Verfahren von Leube einzuschlagen, sondern, wie zahlreiche Versuche mich lehrten, genügt es, das mit Wasser kalt angesetzte und ausgekochte Fleisch nachträglich noch kurze Zeit mit einer 2 $^0/_0$igen Salzsäure in einem emaillirten Gefässe über freiem Feuer unter beständigem Umrühren zu kochen, die entstandene gleichmässige Gallerte auf ein feines Haarsieb oder Muletuch zu bringen, hier mit kaltem Wasser auszuwaschen und schliesslich den Fleischgelée durch die Maschen des Siebes oder der Gaze hindurchzuschlagen. Auf diesem Wege erhält man ein weit billigeres Präparat von genau denselben günstigen Wirkungen, genau dem nämlichen physiologischen Werthe als das in den Handel gebrachte; jenes bietet überdies den in vielen Fällen gewiss nicht hoch genug zu veranschlagenden Vorzug der ursprünglichen Reinheit (Abwesenheit von zugesetzten Säuren und Salzen) dar, und seine Bereitung lässt sich in die Hand eines jeden beliebigen legen.

25 gr. unserer Fleischgallerte mit 3 cbc. einer 20 $^0/_0$igen Kochsalzlösung gemischt erhielt sich in einem irdenen Topfe, ohne sorgfältigen Verschluss bei Zimmertemperatur aufbewahrt, nahezu 8 Tage feucht, roth und durchaus unzersetzt, während unter den nämlichen Bedingungen das Wahrburg'sche Präparat schon nach 2, das Stütz'sche nach 3—4 Tagen übel riechende Gase entwickelte. Noch zweckmässiger dürfte es für die Aufbewahrung sein, die Säure aus der Fleischgallerte erst dann auszuwaschen, wenn dieselbe genossen werden soll. Ohne vorausgegangene Extraction mit Alkohol und Aether lassen sich Fleischreste in einer für uns Menschen geniessbaren trockenen Form überhaupt nicht conserviren, und es empfiehlt sich schon aus diesem Grunde nicht, die Fleischgallerte als feines Pulver, in welches dieselbe durch Trocknen zwar leicht überzuführen ist, verabreichen zu lassen.

Jena, d. 25. Februar 1886.

Vorläufige Mitteilungen zur Morphologie der Echiniden.

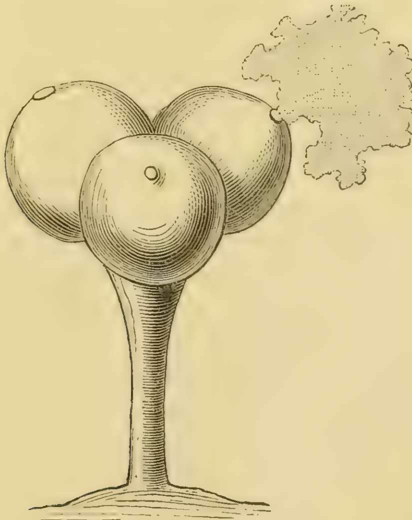
Von

Dr. Otto Hamann,
Privatdozent und Assistent in Göttingen.

1. Die Globiferen.

Auf dem Hautpanzer vieler Echiniden kommen neben Stacheln, Pedizellarien und Spheridien Organe vor, welche bisher noch unentdeckt geblieben sind. Nach ihrer eigentümlichen Gestalt nenne ich sie Globiferen.

Auf einem bald langen, bald kurzen beweglichen Stiele sitzen kuglige Körper, welche bei verschiedenen Arten die mannigfaltigsten Bildungen zeigen können.



Globifere von Sphaerechinus granularis. Aus einem der drei Drüsenballen ist das Sekret entleert. 50fache Vergr.

Bei Sphaerechinus granularis besteht der Kopfteil der Globifere aus drei mit einander an den Berührungsstellen verwachsenen Kugeln, deren jede schon bei geringer Vergrösserung eine meist kreisrunde Oeffnung erkennen lässt. Im Stiel jeder Globifere befindet sich ein Kalkstab, welcher dem Kopfteil zur Stütze dient.

Globiferen sind über die ganze Oberfläche der Haut verbreitet. Sowohl auf der ventralen wie dorsalen Seite kommen sie vor. Ihre Grösse beträgt wenige Millimeter. Sie finden sich bei den meisten Echiniden vor. Ich habe sie bis jetzt am genauesten, ausser bei Sphaerechinus, noch bei Centrostephanus longispinus Peters untersucht. Bei dieser Art sind die dem Stiel aufsitzenden Gebilde von eiförmiger Gestalt.

Bereits die Untersuchung von frischen, vom lebenden Tiere losgetrennten Globiferen lehrt, dass es sich um Drüsenorgane handelt, welche ein Sekret durch Oeffnungen nach aussen hervortreten lassen. Die prall angefüllten Drüsen — in jeder Kugel liegt eine Drüse mit einer Oeffnung — kann man leicht zur sofortigen Entleerung bringen, besonders gelingt dies nach Zusatz von Flemming's Chrom-Osmium-Essigsäure. Die Entleerung geschieht vermittels einer stark ausgebildeten Muskulatur. Die Muskelfibrillen (glatte Muskelzellen) verlaufen concentrisch zur Oeffnung jedes Drüsenballens.

Der Bau der Drüsenballen ist ein komplicirter und bei den verschiedenen Gattungen und Arten wechselnd. Je nach dem Zustand, in welchem sich die Drüse befindet, ist der Bau verschieden. Er erinnert auffallend (besonders bei Centrostephanus) an die Verhältnisse, welche schleimbildende Zellen der Wirbeltiere im Ruhezustand oder in thätiger Ausscheidung zeigen.

Aehnliche Organe, wie die Globiferen es sind, besitzen weder Holothurien noch Asteriden. Bei ihnen sind die Drüsenzellen in der Haut, dem Epithel, verteilt. Wäre dies bei den Echiniden der Fall, so wäre eine Wirkung nach aussen gegen Feinde undenkbar, da die langen Stacheln jede Wirkung beeinträchtigen müssten. Auf Stielen befestigte Drüsenorgane werden mit den gestielten Pedizellarien zusammen jedoch für eine Verteidigung erst zur Geltung kommen können. Und dass man in den Globiferen Verteidigungsorgane, Waffen, zu sehen hat und dieselben in änlicher Weise wie die Nesselkapseln der Coelenteraten wirken, dafür sprechen ihr Bau und die Beobachtungen am lebenden Tiere.

2. Quergestreifte Muskulatur.

Während bei vielen Gruppen der niederen Tiere quergestreifte Muskulatur bekannt geworden ist, kennt man bei den Echinodermen bisher nur glatte Muskelfibrillen. Bei Holothurien [1]) und Asteriden [1]) habe ich vergeblich nach quergestreiften Fasern gesucht; bei den Echiniden ist es mir jetzt gelungen, solche aufzufinden. Sie kommen aber nur an wenigen Stellen vor und zwar da, wo es sich um eine plötzliche, rasche und energische Contraction handelt. Zur Untersuchung eignet sich die grösste Form der Pedizellarien, die Pedizell. tridentes s. tridactyles. —

Die Muskulatur, welche die drei Greifzangen bewegt, besteht aus parallel angeordneten Fibrillen, welche, lebend untersucht, die Querstreifung deutlich erkennen lassen. Die einzelnen Fibrillen kann man leicht von einander trennen, und dann zeigt es sich, dass jeder Fibrille ein grosser, länglich ovaler Kern aussen aufliegt und zwar in der ungefähren Mitte jeder Fibrille. Plasma ist um denselben nur selten noch nachweisbar. Zerzupft man in Pikrokarmin und untersucht nachher in Glycerin, so treten dann die helleren und dunkleren Querstreifen und in den ersteren die Krause'schen Querscheiben klar hervor, sowie das dünne Sarcolemm. Der Durchmesser der annähernd drehrunden Fibrillen beträgt ungefähr 0,0028 mm; die Länge derselben beträgt an den Pedizellarien von Centrostephanus longispinus Pet. zwischen 0,5 und 0,6 mm.

Hier und da gelingt es, eine Längsstreifung an den Fibrillen wahrzunehmen, und mit verschiedenen Flüssigkeiten behandelt, zerfällt jede Fibrille in eine Anzahl feinster paralleler Elemente (ich zählte 4—6), welche die Querstreifung noch deutlich zeigten.

Die mir zur Untersuchung vorliegenden Arten, bei denen quergestreifte Muskulatur sich findet, waren folgende: Centrostephanus longispinus Pet., Dorocidaris papillata A. Ag., Arbacia pustulosa Gray, Strongylocentrotus lividus Brand, Sphaerechinus granularis A. Ag., Echinus acutus Lam., Echinus melo Lam., Echinus microtuberculatus Blainv. —

[1]) Hamann, Beiträge zur Histologie der Echinodermen, Heft 1: Die Holothurien; Heft 2: Die Asteriden anatomisch und histologisch untersucht. Jena, Fischer. 1884/85.

3. Die Drüsen an den Stacheln von Dorocidaris.

Trotz eifrigen Suchens nach Globiferen fand ich diese Organe bei Dorocidaris papillata A. Ag. nicht vor.

Eine andere Einrichtung hat hier Platz gegriffen. Jeder Stachel, der grösste, längste, bis herab zum kleinsten, besitzt an seiner Basis Drüsenballen, die aus grossen schlauchförmigen Zellen zusammengesetzt sind. Am lebenden Tiere erscheinen diese basalen Anschwellungen der Stacheln als helle weissliche Gebilde, in denen bei schwacher Vergrösserung die einzelnen Drüsenzellen als stark lichtbrechende Gebilde hervortreten, welche mit Körnchen angefüllt sind. Jede Drüsenzelle trägt einen Wimperbesatz auf ihrer Oberfläche.

Während das Epithel, welches die Stacheln überzieht, aus cubischen Zellen zusammengesetzt ist, nimmt es nach der Basis der Stacheln an Höhe zu. Da wo die Drüsenzellen sich finden, sind die gewöhnlichen Epithelzellen von fadenförmiger Gestalt. In einer Anschwellung des Zelleibes liegt der Zellkern. Inwiefern diese Zellen als Sinnes- oder Stützzellen anzusehen sind, darüber später.

Die Drüsenzellen nehmen jeden Farbstoff ungemein rasch auf. In essigaurer Hämatoxylinlösung färbt sich ihr Inhalt beinahe schwarz. Dasselbe gilt von Anilinfarben, welche begierig aufgenommen werden.

4. Die Nervenendigungen in den Pedizellarien, ihre Sinnesorgane und Drüsen.

Nervenendigungen sind bis jetzt in den Pedizellarien der Echiniden, wie überhaupt am Körper derselben noch nicht beschrieben worden. Die einzige Angabe über ein vermutliches Sinnesorgan hat Sladen[1]) gemacht, welcher auf der Innenseite der drei Greifzangen von gemmiformen Pedizellarien bei Sphaerechinus granularis kissenartige Erhebungen beobachtete, welche von späteren Beobachtern, so von Koehler[2]), wiedergesehen wurden. Dieser Forscher sagt folgendes: il est possible, que ces rêfflements particuliers jouent le rôle d'organes de tact, mais il est impossible de trouver des relations entre les cellules, qui les constituent et des

---

[1]) Sladen, On a remarkable form of Pedicellariae, in: Ann. and Magaz. of Nat. Hist. 1880.

[2]) Koehler, Recherches sur les Echinides des côtes de Provence, Marseille 1883 in: Ann. d. Musée d'hist. nat. de Marseille.

éléments nerveux. Sowohl die Nerven wie ihre Endigungen konnte ich auffinden und zwar mit Hilfe von Schnittserien und geeigneten Färbeflüssigkeiten als auch durch Beobachtung am lebenden Tiere.

Die verschiedenen Arten von Pedizellarien, die gemmiformen, buccalen, tridactylen und trifoliaten, sind als exquisite Sinnesorgane anzusehen. Ausser dieser Function als Sinnesorgane kommen ihnen aber je nach ihrer Gestalt, Grösse und Bau sowie Anordnung auf der Schale die verschiedensten anderen Funktionen zu, die durch experimentelle Untersuchungen und genauer Betrachtung der Lebensweise erschlossen werden können. Hand in Hand hiermit muss die Untersuchung des feineren Baues gehen.

Untersucht man die Innenseite der drei Greifzangen von Strongylocentrotus lividus, so erkennt man im Grunde jeder Greifzange eine hügelartige Hervorwölbung, welche mit starren Borsten bedeckt ist. Diese Hügel sind Sinnesorgane, welche zum grössten Teile aus Epithelsinneszellen bestehen, wie ich sie früher schon bei Asteriden und Holothurien gefunden und beschrieben habe. Auf ihrem freienEnde tragen diese Zellen Tastborsten, während ihr basaler Teil sich fortsetzt in feinste Fibrillen, welche sich verästeln und mit dem Nervenplexus zusammenhängen. Zu jedem Tasthügel verläuft ein Nervenast, welcher sich abzweigt von einem grösseren Nervenstamm, der sich bis zur Spitze jeder Greifzange verfolgen lässt.

Für alle verschiedenen Formen von Pedizellarien habe ich folgendes Allgemeingültige über die Verzweigung und den Verlauf der Nerven gefunden.

Im Kopf jeder Pedizellarie sind drei Nervenstämme zu unterscheiden, welche in den Interstitien der drei Adductoren der Greifzangen verlaufen. Jeder Nervenstamm verläuft bis zur Spitze der Greifzange, und zwar in gerader Linie. Während seines Verlaufes gehen nach allen Seiten Nervenzüge von verschiedener Stärke ab, so zu den Sinnesorganen, der Muskulatur, den Drüsensäcken. In den Interstitien der drei Muskelbündel (Adductoren) treten feinste Fibrillen aus mit Ganglienzellen untermischt, und kommt es zu einem Netzwerk von Nervenfasern, welche in die Muskulatur eintreten.

Bei Echinus acutus finden sich zwei Tasthügel (Pediz. gemmiform.) vor auf der Innenseite jeder Greifzange. Der eine ist basal, der andere unterhalb der hakenförmig gekrümmten Kalkspitze gelagert. Zwischen diesen trifft man auf ein drittes etwa im Centrum der Innenseite der Greifzange gelagertes Sinnesorgan

von einfacher Bildung. Zwischen diesen Organen sind Sinneszellen durch das ganze Epithel zerstreut, wie die herantretenden Nervenfasern erkennen lassen.

Bei Strongylocentrotus lividus liegt nur je ein Tasthügel auf der Innenseite jeder Greifzange (Pedizell. gemmiform.) basal gelagert, während die Spitze derselben mit Sinneszellen bedeckt ist.

Bei Sphaerechinus granularis sind die Sinnesorgane beschränkt auf drei basal auf der Innenseite liegende Hügel, welche wiederum einzelne Hervorragungen zeigen, auf denen Tastborsten sich erheben. Diese Hervorragungen sind von Zellen gebildet, die ein Organ formiren, welches an die Geschmacksknospen höherer Thiere erinnert. Sinnes- wie Stützzellen setzen diese Gebilde zusammen.

Die sog. tridactylen, sowie die Mundpedizellarien zeigen, was den Verlauf der Nervenstämme anlangt, ein gleiches Verhalten, was den Bau der Sinnesorgane betrifft, einfachere Bildungen. Das durch reiche, lange Wimpern sich auszeichnende Innenepithel der Greifzangen ist mit Sinneszellen bedeckt, welche jedoch noch nicht wie in den oben genannten Fällen zur Bildung besonderer Sinnesorgane zusammengetreten sind. Während in den Pedizell. gemmif. ein starker Nervenstamm zu jedem Sinnesorgan zog, sind hier eine ganze Anzahl sich verzweigender Nervenzüge vorhanden, welche zum Epithel treten. — Die Nervenstämme bestehen aus feinsten Fasern, denen Ganglienzellen, bipolare wie multipolare, aufliegen. An den Bifurkationen sind dieselben in grosser Menge angehäuft. Die Ganglienzellen lassen sich auch da, wo die Nerven nur aus wenigen Fasern bestehen, leicht von den Zellen der Bindesubstanz unterscheiden, einmal durch ihre Grösse, sowie durch die Färbung mit den verschiedensten Flüssigkeiten. Auch die feinsten Nervenfasern lassen sich durch geeignete Färbung leicht unter den Bindesubstanzfasern erkennen. Letztere färben sich nur in ganz geringem Masse im Gegensatze zu den Nervenfasern. —

Diejenigen Pedizellarien, welche Sinnesorgane besitzen, also die gemmif. Pedizell., sind auch sämmtlich mit Drüsen versehen, welche in der Wandung der Greifzangen liegen. Sie entleeren durch eine Oeffnung, welche an der Spitze der Greifzange sich findet, und zwar oberhalb des Kalkhakens, also dorsalwärts, ihr Sekret. Die Drüsensäcke, einer oder zwei in jeder Greifzange, sind von eiförmiger Gestalt und besitzen eine kräftig entwickelte Muskulatur, welche zur Entleerung des schleimigen Sekretes dient.

Die feinere Struktur des die Drüsensäcke auskleidenden Epithels bietet bei den verschiedenen Arten die mannigfaltigsten Modificationen, die ohne Beifügung von Abbildungen sich schwer darlegen lassen.

Ausser bei den Pedizell. gemmif. habe ich Drüsen bei Pedizellarien gefunden, die sich ohne Zwang nicht in eine der oben genannten vier Gruppen einreihen lassen, so bei Dorocidaris papillata an auf der Mundhaut stehenden Pedizellarien.

Ueber die Funktionen der einzelnen Pedizellarien hat man bis heute gestritten, ohne eine Einigung zu erreichen, weil das Vorhandensein von Sinnesorganen, Drüsen, überhaupt der feinere Bau, ganz unbekannt ist, und nur immer die Kalkstücke beschrieben wurden. (Eine Ausnahme hiervon machen nur Sladen und Föttinger, die Drüsen bei Sph. gr. auffanden und beschrieben.)

Zunächst werden die Pedizellarien, mögen sie nun welche Form auch immer haben, als Tastorgane funktioniren, dafür sprechen die zahlreichen Nervenendigungen im Kopfteil wie im Stiel derselben.

Die kleinsten Formen, wie die Pedizell. trifoliatae, säubern unzweifelhaft die Schale von kleinsten Sandpartikelchen, Protozoen, überhaupt allen Fremdkörpern, mögen diese nun direkt auf der Oberfläche der Schale oder auf den Stacheln sich befinden. Ihnen wird also die Funktion zukommen, welche A. Agassiz für alle Formen von Pedizellarien in Anspruch genommen hat.

Die grösseren Arten, wie die tridactylen Pedizell., dienen nur in seltenen Fällen hierzu, in erster Reihe sind sie dazu da, lebende grössere Körper, wie Würmer etc. abzuhalten, also wirken sie als Waffen, weiter aber — wie ich in Hinsicht auf die nur bei ihnen vorgefundene quergestreifte Muskulatur schliesse — dienen sie zum Festhalten an Fremdkörpern bei der Bewegung, wie schon Romanes und Ewart festgestellt haben.

Die gemmif. Pedizell. haben die gleiche Funktion, es unterstützt sie beim Greifen das Sekret der Drüsensäcke in den Greifzangen, wie Experimente lehren. Bei Echinus microtuberculatus stehen die drüsentragenden Pedizellarien meist auf der Rückenfläche und dienen, wie ich mich an vielen im Aquarium gehaltenen Tieren überzeugen konnte, dazu Tangblätter etc. festzuhalten, mit denen sich der Seeigel in Ruhelage wie in Bewegung begriffen maskirt. Hierbei ist ihnen das schleimige Sekret ihrer Drüsenpedizellarien von grösstem Nutzen.

Göttingen, 5. Februar 1886.

Ueber Veränderungen der Aussenwandungen der Epidermiszellen von Euphorbia cyparissias, palustris und mauritanica.

Von

C. Frommann.

Die im Folgenden mitgetheilten Beobachtungen über Veränderungen der Cuticula und der Aussenwand der Epidermiszellen von Euphorbia Cyparissias, palustris und mauritanica liefern einen weiteren Beleg für die Richtigkeit der von mir durch frühere Untersuchungen [1]) gewonnenen Ansicht, dass die Zellmembranen aus einer Umwandlung des Protoplasmas hervorgehen und dass die in denselben eingeschlossene lebende Substanz fähig ist, unter Zufuhr neuen plasmatischen Materials, mannichfache weitere Veränderungen, unter Schwund oder Metamorphose der Cellulose und des Cutins hervorzurufen.

Die Veränderungen der Cuticula bestehen in eng begrenzten oder ausgedehnteren Verdickungen derselben, wobei ihre Substanz ihr homogenes Aussehen bewahrt oder sich zu Körnchen und Körnern, Fäden und Fasern differenzirt hat, in dem Auftreten isolirter körniger, knotiger oder faseriger Auswachsungen und in der Bildung umfangreicher, umschriebener buckliger, kolbiger oder papillenförmiger Hervorragungen, die aus der Umwandlung umschriebener homogener Schwellungen oder auch aus Auswachsungen solcher nach ihrer körnigfädigen Differenzirung hervorgegangen sind. Die veränderten Abschnitte der Cuticula haben sehr häufig eine blass oder gesättigt grüne Färbung angenommen.

1) Sitzungsberichte der Jenaischen Gesellsch. für Medicin und Naturwissensch. v. 21. Febr. 1879, vom 1. Aug. 1879; Beobachtuntungen über Struktur und Bewegungserscheinungen des Protoplasma der Pflanzenzellen, Jena 1880; Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft, Bd. 17 u. 18.

1) Verdickungen der Cuticula ohne Verlust ihrer homogenen Beschaffenheit.

An Durchschnitten erscheint die Cuticula bei Euphorbia Cyparissias bald nur im Bereiche der Aussenwand einzelner Zellen verdickt und stärker glänzend, bald erstreckt sich die Verdickung continuirlich über mehrere Zellen. Im ersteren Fall treten vereinzelte oder reihenweise, über eine oder mehrere Zellen sich hinziehende halbkugelige oder ovale wie stäbchen-, spindel- oder keulenförmige glänzende Verdickungen auf; im anderen Fall erscheint die Cuticula als eine fortlaufende derbe Faser oder als ein schmales Band und erstreckt sich bei häufig etwas wechselndem Durchmesser über die Aussenwand einzelner oder mehrerer benachbarter Zellen, mitunter über Reihen von 5—10 derselben. Die verdickten Abschnitte gehen allmählig in benachbarte, nicht verdickte über oder fallen steiler gegen die letzteren ab. Dickere, umschriebene Schwellungen erreichen den Durchmesser der Aussenwand oder übertreffen denselben noch, meist ist aber innerhalb der die Aussenwand an Dicke übertreffenden Schwellungen schon eine körnig-fädige Differenzirung ihrer Substanz eingetreten. Einige Male war die Substanz der verdickten Cuticula sehr schwach brechend und dieselbe nur in der Peripherie zu einem glänzenden, im Durchschnitt als Faser vertretenden Saum verdichtet.

An Flächenansichten lässt sich bei einer und derselben Einstellung, je nach der grösseren oder geringeren Convexität der Aussenwandungen, nur ein grösserer oder geringerer Theil der Membranoberfläche übersehen. Neben einzelnen körnigen und knotigen Verdickungen treten Erweichungsheerde der Cuticula auf, wie ich sie von der gleichen Beschaffenheit, aber häufig in viel grösserer Ausdehnung und Mächtigkeit an den Aussenwandungen der Epidermiszellen und an den Membranen der Haare von Pelargonium Z. angetroffen hatte. Sie erscheinen als runde, ovale oder unregelmässig begrenzte, mitunter in Fortsätze auslaufende und an ihrem stärkeren Glanz leicht kenntliche Abschnitte der Cuticula, die sich von den angrenzenden, nicht oder in geringerem Grade veränderten Abschnitten derselben mehr oder weniger scharf, mitunter durch eine dichtere Randzone abgrenzen. Sie treten bald nur vereinzelt an der Oberfläche der Zellfelder auf, bald sind die letzteren mit ihnen wie bepflastert und enthalten mitunter Vakuolen oder neben denselben bereits körnige aus Dif-

ferenzirung der Vakuolenwandungen hervorgegangene Substanz; andere Male erweisen sich Heerde, die auf den ersten Blick ganz homogen zu sein scheinen, als sehr fein, gleichmässig und dicht granulirt und scheint die feinkörnige Substanz sich direkt, ohne vorausgegangene Vakuolisirung, aus der anfänglich homogenen Substanz differenzirt zu haben. Einzelne Heerde sind ganz licht gelbbraun, andere gelbgrün oder rein und gesättigt grün gefärbt. Eine homogene, gesättigt grüne Schwellung erreichte $^2/_3$ des Höhendurchmessers der unterliegenden Epidermiszelle.

2) Körnig-fädige Differenzirung der verdickten Cuticula.

Sehr häufig ist an Stelle der Cuticula über einzelnen Zellen oder über Gruppen und Reihen derselben körnige, körnig-kurzfädige oder netzförmige Substanz getreten.

An Durchschnitten finden sich hie und da Stellen, wo statt einer fortlaufenden Cuticula kurze oder längere einfache, perlschnurartige Reihen glänzender, dicht gestellter, scharf umschriebener Körnchen auftreten, deren Dicke die der continuirlichen Cuticula in benachbarten, unveränderten Abschnitten derselben nicht übertrifft. Weit häufiger sind dagegen an Stelle der Cuticula halbmondförmige ovale oder spindelförmige Auflagerungen von körniger, körnigfädiger oder netzförmiger Substanz auf die Aussenwand vereinzelter oder zahlreicher Zellen getreten, welche die gleiche oder eine beträchtlichere Dicke als die homogenen Schwellungen besitzen. Sie bedecken die Aussenwandungen von einzelnen oder von ein paar benachbarten Zellen ganz oder theilweise und finden sich namentlich häufig in den Vertiefungen zwischen benachbarten Zellen und füllen dieselben dann ganz oder theilweise aus. Ausgedehntere, wahrscheinlich aus verschmolzenen Erweichungsheerden hervorgegangene Schichten körnig-fädiger Substanz erstrecken sich, ebenfalls unter theilweiser oder völliger Ausfüllung der Vertiefungen zwischen den Aussenwandungen benachbarter Zellen, continuirlich oder mit nur geringen Unterbrechungen über ganze Zellreihen, bilden Bänder, die Reihen von 5—30 und mehr Zellen überziehen und deren an verschiedenen Stellen wechselnde Dicke die der Aussenwandungen häufig mehr oder weniger beträchtlich übertrifft.

Entsprechend dem Befund von Durchschnitten zeigt sich bei Flächenansichten, dass bald nur im Bereiche der rinnenartigen, den Zellgrenzen entlang verlaufenden Vertiefungen sich an Stelle der Cuticula körnig-fädige, in Form glänzender, schmaler oder

breiterer, nicht scharf begrenzter Leisten vortretende Substanz findet und die Rinnen ganz oder theilweise ausfüllt oder dass die körnig-fädige Substanz auch die Oberfläche der von den Rinnen eingegrenzten Felder theilweise oder vollständig bedeckt. Andere Male sind die Rinnen frei und die Auflagerungen auf die mittleren Abschnitte der Felder beschränkt. Beträchtliche Dickendifferenzen der körnig-fädigen Cuticularschichten lassen sich auch an Flächenbildern beim Wechsel der Einstellung leicht nachweisen; es kann durch Ausfüllung der Rinne die Membranoberfläche geebnet werden oder im Bereiche der Rinnen die körnigfädige Masse das Niveau der Oberfläche der betreffenden Aussenwände noch überragen oder umgekehrt die Dicke der körnig-fädigen Schicht innerhalb der Felder eine beträchtlichere werden.

Nach der Beschaffenheit ihrer Formelemente zeigen die körnig-fädigen Schichten ein etwas wechselndes Verhalten. Sie bestehen meist aus dicht gestellten derberen und feinen, mehr oder weniger glänzenden Körnchen und aus sehr kurzen, mit den letzteren vielfach, bald zur Bildung engmaschiger Netze, bald unter zickzackförmigem Verlauf, zu einem Reiserwerk verbundenen kurzen Fäden. Mitunter schliessen etwas derbere Körnchen und die mit ihnen zusammenhängenden Fäden relativ weitere Lücken ein und dieselben werden dann ausgefüllt durch eine überaus blasse und zarte, feinkörnig-kurzfädige Substanz; andere Male enthalten die Schichten auch vereinzelt eingelagerte glänzende Körner oder derbere und längere Fäden, die bald parallel neben oder über einander verlaufen, bald sich überschneiden oder mit einander unter Bildung knotiger Verdickungen verbinden. In dünneren Schichten verlaufen diese Fäden meist in der Membranoberfläche mehr oder weniger paralleler Ebenen, in dickeren Schichten auch schräg oder senkrecht zur Oberfläche.

Der Contour der Schichten an Durchschnitten ist sehr häufig ein glatter, gleichmässig und geradlinig oder bogenförmig fortlaufender und wird mitunter durch die homogene, frei etwas nach aussen vortretende Substanz gebildet, in welche die Formelemente eingebettet sind, häufiger durch die letzteren selbst. Im letzteren Falle ist er entweder continuirlich fädig oder es wird der im Durchschnitt gerade vortretende begrenzende, fortlaufende Faden oder die zu einem solchen vereinigten Fadenstücke durch einzelne Körnchen, resp. Fadendurchschnitte, oder durch Reihen derselben unterbrochen. Andere Male wird der Contour unregelmässig durch mehr oder weniger tiefe Einkerbungen, durch buckel-

förmige Vorragungen oder durch einzelne frei nach aussen vorragende ausgewachsene Fäden, Fasern oder fasrige Fortsätze.

Die Abgrenzung der körnig-fädigen Schichten von der benachbarten, unveränderten oder nur verdickten Cuticula ist bei Flächenansichten häufig keine scharfe, indem vielfach einzelne Körnchen, Gruppen und Reihen von solchen oder Streifen der körnig-fädigen Substanz in die benachbarten Cuticularabschnitte ausgreifen; in den letzteren treten ausserdem häufig kleinere Heerde erweichter, noch homogener oder sich bereits körnig-fädig differenzirender Substanz auf, die mit den grösseren, in ihrer ganzen Ausdehnung und Dicke differenzirten, zusammenhängen. An Durchschnitten sieht man an der Grenze der Schichten ihre Körnchen und Fäden meist unmittelbar an die nicht veränderte oder nur verdickte Cuticula stossen, mit der sie durch sehr geringe Mengen einer schwach brechenden Zwischensubstanz verbunden sind, oder es scheint von der Ueberragungsstelle die etwas verdickte Cuticula sich in 2 oder mehr Fäden oder Fasern zu spalten, die in die Schichten einstrahlen. Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass dieselben nicht der alten, unveränderten Cuticula angehören, sondern aus der Differenzirung des geschwellten Abschnitts der Cuticula hervorgegangen und bei ihrer Bildung an dem einen Ende mit der angrenzenden, homogenen, nur verdickten Cuticula verschmolzen sind. In ganz entsprechender Weise sieht man bei Flächenansichten, wie die aus der Substanz von Erweichungsheerden differenzirten Fasern am Umfange der letzteren in die Substanz der den Heerd begrenzenden Cuticula auslaufen.

Wie die homogenen Schwellungen zeigen auch häufig die körnig-fädigen Schichten theilweise oder in ihrer ganzen Ausdehnung eine gelbliche, gelbgrüne oder eine rein und gesättigt grüne Färbung von vollkommen dem gleichen Farbenton wie die der Chlorophyllkörper. Gelbe Färbungen treten meist nur in beschränkter Ausdehnung und an Stellen auf, wo die wenig verdickte Cuticula sich zu einer einfachen Lage von Körnern und Körnchen oder zu einer dünnen Schicht von solchen gesondert hat. Die zwischen den Körnern und Körnchen befindliche helle Substanz war ungefärbt geblieben. Die gelbgrüne oder rein grüne Färbung findet sich dagegen sowohl an Schichten von beschränkterer Ausdehnung als an solchen, die sich über Reihen von 3—6 und mehr Zellen hinziehen, betrifft dieselben theilweise oder in ihrer ganzen Ausdehnung. Die grüne Färbung haftet meist

ebenfalls nur an den geformten Theilen, den Körnchen, Körnern und Fäden, etwas grössere Lücken zwischen denselben erscheinen ganz ungefärbt, während einzelne gefärbte Fäden von den gefärbten Abschnitten in die anstossenden ungefärbten vorspringen, wie auch vielfach innerhalb sonst ganz ungefärbter Schichten sich ganz vereinzelt oder zu kleinen Gruppen vereinigt grüne Körnchen finden. Einige Male waren dagegen nicht blos die geformten Theile, sondern gleichzeitig auch die Zwischensubstanz deutlich gefärbt, wie sich namentlich deutlich an Durchschnitten durch Schichten zeigte, deren Begrenzung nicht durch Körnchen und Fäden, sondern durch eine schmale Zone vollkommen homogener grüner Substanz gebildet wurde.

Noch auffallender als die Schichten körnig-fädiger Substanz auf den Aussenwandungen sind die umschriebenen durch die erstere gebildeten Hervorragungen. Schon die unveränderte oder nur geschwellte, aber noch homogene Cuticula ist mitunter mit vereinzelten oder zahlreicheren und dichter gestellten körnigen, fädigen, knotigen oder warzenförmigen Vorragungen besetzt oder mit glänzenden, runden, vortretenden Tropfen vergleichbaren Gebilden, die, wie die ersteren, mitunter gelb oder grün gefärbt sind. Ziemlich häufig bildet aber die körnig-fädige Substanz umfangreichere Prominenzen die nach Form und Grösse ziemlich beträchtliche Verschiedenheiten zeigen, bald flacher gewölbte Buckel darstellen, bald steiler ansteigend eine papillenartige Form besitzen. Ihr Höhendurchmesser übertrifft häufig den der zugehörigen Epidermiszellen und mit ihrer Basis sitzen sie bald nur einem Theil der Oberfläche der Aussenwand einer Zelle oder der zweier benachbarter Zellen auf, bald der Oberfläche der Aussenwand einer oder 2—3 benachbarter Zellen in ihrer ganzen Ausdehnung.

In ihrer Umgebung ist die Cuticula bald unverändert, bald nur verdickt oder gleichfalls körnig-fädig. Bezüglich ihrer Contouren und der Beschaffenheit ihrer Formelemente zeigen sie die gleichen Verschiedenheiten wie die schichtweise auftretende körnig-fädige Substanz, sind häufig theilweise oder ganz grün gefärbt, schliessen mitunter nur vereinzelte grüne Körnchen und ungefärbte oder grüne homogene oder granulirte Körner ein, enthalten aber verhältnissmässig häufig auch in den Schichten körnig-fädiger Substanz hie und da vorkommende helle, ziemlich scharf contourirte, runde, ovale oder schmalspindelförmige Gebilde, die den Durchmesser derberer Netzknotenpunkte besitzen oder noch übertreffen, meist ungefärbt, zum Theil aber blass oder gesättigt grün gefärbt

sind. Durch Behandlung mit Jod nehmen sie, die grünen nach vorgängiger Entfärbung durch Alkohol, eine braune Färbung an.

Manche der Schichten und Prominenzen enthalten statt der grün gefärbten licht oder dunkel braune Körnchen, Körner und Fäden bald nur vereinzelt oder in Gruppen und streifigen Zügen, bald bestehen sie in ihrer grössten Ausdehnung oder ganz aus solchen. Auch die grünen Schichten und Prominenzen schliessen häufig vereinzelte braune Körner und Körnchen, die letzteren mitunter in grösserer Zahl ein, so dass sie ein schmutzig olivengrünes Aussehen erhalten. Vereinzelte Schichten enthalten braunschwarzes oder fast reinschwarzes, feinkörniges Pigment.

Die beschriebenen Veränderungen der Cuticula trifft man bald vertheilt an verschiedenen Stellen der Blattober- und Unterfläche, bald gehen mehr und weniger veränderte Abschnitte continuirlich in einander über. Die braunen und grünen Färbungen der körnig-fädigen Substanz finden sich sowohl an der Ober- als an der Unterseite der Blätter.

Werden Schnitte durch getrocknete, durch Gummi zusammen und übereinandergeklebte Blätter in Wasser gebracht und dann untersucht, so zeigt sich, dass die Zahl der körnig-fädigen Schichten und Prominenzen eine auffallend geringe ist, man trifft meist nur einzelne knospige oder spindelförmige, zum Theil grün gefärbte, homogene oder körnig-fädige differenzirte Schwellungen, aber fast gar keine dickeren, ausgedehnteren, über eine Reihe von Zellen sich erstreckenden Schichten. Die letzteren haben sich bei der Aufquellung der Schnitte meist abgelöst und man sieht Schollen, welche treue Abdrücke der Aussenwandungen einzelner, mehrerer oder ganzer Gruppen von — 12 Epidermiszellen darstellen, eine concave Innen- und eine convexe Aussenfläche besitzen, in ziemlicher Anzahl frei in der Zusatzflüssigkeit herumschwimmen. Manche sind nur theilweise abgelöst und haften zum Theil noch der Aussenwandung an oder sie sind einseitig mit der angrenzenden, nicht oder wenig veränderten Cuticula in Verbindung geblieben. Die gleichen Ablösungen finden Statt nach Behandlung der Schnitte durch getrocknete Blätter mit Terpentinöl. An den abgelösten Lamellen tritt in Folge ihrer Aufhellung an Flächenansichten die fädig-körnige Struktur nur als eine sehr blasse hervor, sehr deutlich dagegen bei der Profilansicht. Ob die Aufhellung der Lamellen und das Verblassen ihrer Formelemente nur Folge ihrer Tränkung mit Terpentinöl ist oder zum Theil auch davon, dass mikroskopisch nicht wahrnehmbare Theilchen von in

Terpentinöl löslichen Substanzen in die Lamellen eingelagert waren, muss dahingestellt bleiben. Mitunter treten Ablösungen schon ein, wenn die Schnitte von frischen Blättern aus 1proc. Zuckerlösung in Glycerin übertragen worden sind; aus der Continuität grüner Schichten ausgelöste aber an der einen Seite continuirlich in die letzteren auslaufende, längs ihres äusseren Randes durch einen fortlaufenden glatten Contour begrenzte Streifen oder Bänder grüner, feinkörnig-fädiger Substanz flottiren mitunter frei über den Aussenwandungen von 3—5 und mehr Zellen und es lässt sich die Stelle deutlich unterscheiden, wo ihr freies Ende sich aus der zugehörigen Cutikularschicht ausgelöst hat. Der ausgelöste Theil der Schicht passt genau in die durch die Auslösung entstandene Lücke.

Ganz analoge Veränderungen der Cuticula wie an den Blättern von Euphorbia cyparissias finden sich an denen von Euphorbia palustris und in grosser Häufigkeit an denen von Euphorbia mauritanica; die Blätter der letzteren Pflanze sind ausserdem wegen ihrer beträchtlicheren Grösse zur Untersuchung sehr geeignet.

Ausser der Cuticula zeigten in einigen Fällen auch die Aussenwandungen eine Beschaffenheit, die auf den Eintritt ähnlicher Veränderungen wie in der ersteren hinwies. Dieselbe hatte an Stellen, wo die Cuticula verdickt oder körnigfädig differenzirt war, unter Verlust ihres Glanzes mitunter in ihrer ganzen Dicke oder nur in ihrem mittleren oder äusseren Abschnitt eine dicht und fein granulirte oder eine netzförmige Beschaffenheit angenommen und war gleichzeitig in ein paar Fällen grün oder braun gefärbt. Die veränderten Abschnitte gehen bald allmählig in benachbarte und scharf veränderte über, bald sind sie ziemlich umschrieben und machen den Eindruck von in die Aussenwand eingesprengten gefärbten Knoten; einmal war gleichzeitig im Bereiche eines solchen die Aussenwand verdickt, so dass sie nach aussen buckelförmig vorgetrieben erschien. Die gleiche grüne oder gelb-dunkelbraune Färbung wie die Cuticularschichten zeigt mitunter auch der protoplasmatische Inhalt der Epidermiszellen ganz oder theilweise und wie in den ersteren finden sich auch hier in manchen Zellen innerhalb grüner Protoplasmaschichten braune Körnchen und Körner eingelagert.

An feinen Durchschnitten sieht man an einzelnen Epidermis- und Mesophyllzellen Membranlücken, die theils leer sind, theils körnig-fädiges Protoplasma enthalten. An Schnitten durch getrocknete Blätter kommen ausserdem rein quere Brüche, vor die nicht mit präformirten Lücken zu verwechseln sind und sich durch

ihre scharfrandige Begrenzung wie dadurch auszeichnen, dass sich die Bruchenden häufig etwas gegen einander verschoben haben, mitunter so weit, dass das Ende des einen Bruchstücks ganz über dem des anderen liegt.

Färbungen. Im Hansteinschen alkoholischen Anilingemisch färben sich die Schwellungen und die körnig-fädigen Schichten der Cuticula hell bis dunkelviolett, aber nicht immer vollständig.

In Alaunkarmin werden im Verlaufe von $\frac{1}{4}$ Stunde nur die Zellmembranen und einzelne Kerne gefärbt und erst nach längerem Liegen der Schnitte in der Lösung nehmen auch die Schwellungen und die körnig-fädigen Cuticularschichten ganz oder theilweise eine licht oder dunkelviolette Färbung an.

Nach zweistündigem Liegen der Schnitte in Boraxkarmin sind die Zellmembranen gar nicht, in den Zellen meist nur die Kerne lebhaft gefärbt, das Protoplasma wenig oder gar nicht. Die körnig-fädigen Schichten sind zum Theil gar nicht, zum Theil blass oder dunkel, ebenso dunkel wie die Kerne gefärbt. Nach vorgängiger Alkoholbehandlung werden auch die grünen Cuticularschichten roth gefärbt. Ein ähnliches Verhalten zeigten die Schnitte nach Behandlung mit Lithionkarmin, nur traten hier innerhalb der rosa gefärbten Cuticularschichten die in dieselben eingelagerten runden oder nur unregelmässig begrenzten Körner durch ihre lebhaft rothe Färbung auffallend hervor.

Übersicht der Befunde.

Die Befunde von Durchschnitts- und Flächenansichten haben ergeben, dass die Cuticula bald nur verdickt und mit einzelnen körnigen, knotigen oder warzenförmigen Auftreibungen, hie und da auch mit kurzfädigen Auswachsungen besetzt, bald in geringerer oder grösserer Ausdehnung beträchtlicher geschwellt und erweicht ist. Aus der Substanz der Erweichungsheerde differenziren sich feine Körnchen und Fäden, die vielfach, mitunter unter Bildung sehr engmaschiger Netze, untereinander zusammenhängen, ferner derbere und längere, parallele oder sich durchkreuzende oder zu einem Gerüst verbundene Fäden sowie glänzende Körner. Mitunter geht der Bildung der geformten Bestandtheile die von Vakuolen voraus. Es entstehen auf diese Weise sowohl umschriebenere Anhäufungen körnig-fädiger Substanz über einzelnen Aussenwandungen als continuirliche, aus verschmolzenen Erweichungsheerden hervorgegangene, über eine grössere Zahl von Zellen sich er-

streckende Schichten und es laufen die ersteren wie die letzteren unter allmähliger Dickenabnahme oder unter steilerem Abfall in die angrenzende nicht veränderte oder nur etwas verdickte Cuticula aus. Daneben finden sich auch umschriebene, in Form von Buckeln oder Papillen über das Niveau der Aussenwandungen stark prominirende Anhäufungen körnig-fädiger Substanz. Kleinere solche Prominenzen gehen gleichfalls aus Differenzirung homogener, umschriebener Schwellungen hervor, in Betreff der grössten muss es dahingestellt bleiben, da ihnen an Höhe gleichkommende Schwellungen nicht beobachtet wurden. Es bleibt dabei die Möglichkeit zu berücksichtigen, dass körnig-fädige, aus homogenen Schwellungen hervorgegangene Prominenzen sich nachträglich durch fädige Auswachsungen vergrössern, wie sie mitunter längs ihres Contours auftreten oder dass die Grössenzunahme unter Bildung nach aussen frei vortretenden homogenen Plasmas erfolgt, aus dem sich dann neue geformte Theile differenziren und den bereits vorhandenen anlegen. In dieser Beziehung ist einmal der an manchen grünen Schichten gemachte Befund bemerkenswerth, deren Begrenzung im Durchschnitt nicht durch Fäden oder Körnchen, sondern durch eine schmale Schicht frei vortretender, homogener, grüner Substanz gebildet wurde, ausserdem aber wurden an Durchschnitten an der Oberfläche ungefärbter Schichten in einzelnen Fällen ihnen anhaftende runde, helle, homogene, tropfenartig vortretende Gebilde beobachtet.

Kleinere homogene Schwellungen und aus ihnen hervorgegangene Anhäufungen körnig-fädiger Substanz sind mitunter gelb, häufiger dagegen und ebenso umfangreichere Schwellungen wie Prominenzen und Schichten körnig-fädiger Substanz ganz oder theilweise gelbgrün oder rein grün, seltener licht bis dunkelbraun gefärbt und zwar sind meist nur die geformten Theile, seltener auch die Zwischensubstanz grün gefärbt. Ziemlich häufig sind auch braune Körnchen und Körner in wechselnder Menge in grüne Schichten eingelagert.

Auch in den Aussenwandungen der Epidermiszellen fanden sich Stellen, die darauf hinweisen, dass ähnliche Vorgänge wie in der Cuticula in ihnen stattgefunden haben, indem hie und da ihre Substanz unter Verlust ihres Glanzes eine dicht granulirte oder netzförmige Beschaffenheit und gleichzeitig mitunter eine grüne oder bräunliche Färbung angenommen hatte. Auch in den Epidermiszellen war das Protoplasma ziemlich häufig ganz oder theilweise grün oder braun gefärbt.

Den geschilderten zum Theil ganz analoge Veränderungen habe ich früher[1]) von der Cuticula und von den Membranen der Haare und der Epidermiszellen von Pelargonium z. beschrieben. Es fanden sich hier umschriebene oder ausgedehntere Verdickungen der Cuticula, Erweichungen derselben, die unter weiterem Austritt von Bildungsmaterial aus den Membranen zur Bildung massiger, die letzteren umscheidender Plasmaschichten führen, die sich nach oder ohne vorausgegangene Vakuolenbildung zu körnig-fädiger, sehr häufig netzförmiger Substanz differenziren, ferner fasrige Auswachsungen, die bald nur der verdickten Cuticula in Form eines dichten oder dünnen Rasens aufsitzen, bald sich zur Bildung umschriebener warzen-, schollen- oder papillenförmiger Prominenzen weiter entwickelt haben. Ebenso waren mitunter auch die Aussenwandungen selbst in auffallender Weise verändert, hatten unter Verlust ihres Glanzes stellenweise ein trübes Aussehen bekommen und ein netzförmiges Gefüge erhalten, während die gleiche braune Färbung, wie sie die meisten geschwellten oder körnig-fädig, resp. netzförmig differenzirten Abschnitte der Cuticula darboten, auch häufig das Zellprotoplasma ganz oder theilweise angenommen hatte. Eine mehr oder weniger gesättigt grüne Färbung fand sich an manchen der körnigen, knotigen, plattenförmigen Verdickungen der Cuticula, an einzelnen fasrigen Auswachsungen wie an umschriebenen grösseren faserigen Prominenzen und an genetzten Erweichungsschichten. Auch hier waren, wie bei Euphorbium die veränderten Abschnitte der Cuticula und die neuen aus ihnen hervorgegangenen Formelemente ganz oder nur zum Theil grün gefärbt, mitunter die Färbung auf einzelne Körnchen und Fäden beschränkt.

Bei der verhältnissmässig grossen Häufigkeit des Auftretens grüner Cuticularschwellungen und Schichten bei Euphorbia Cyparissias und maurit. konnten dieselben einer Prüfung rücksichtlich ihres chemischen und physikalischen Verhaltens unterzogen werden.

Dass durch Alkohol veränderte, grün gefärbte Abschnitte der Aussenwandungen und der Cuticula entfärbt werden, hatte ich schon früher in Betreff der Epidermiszellen von Dracaena festgestellt[2]).

Die Schnitte von Euphorbia c. waren nur in so viel 1 proc.

1) Jenaische Zeitschrift für Naturwissensch. Bd. 18, 3. Heft.

2) Untersuchungen über Struktur, Lebenserscheinungen und Reaktionen thierischer und pflanzlicher Zellen. Jena 1884. S. 328.

Zuckerlösung eingelegt worden als genügte, um sie völlig einzuschliessen, vom Rande des Deckgläschens wurde dann nach Einstellung einer grünen Cuticularschicht einmal oder wiederholt Alkohol absolutus zugesetzt. Die Entfärbung erfolgte sofort oder innerhalb einer Minute oder erst nach 1—3 Minuten und nach wiederholtem Alkoholzusatz. Rein grüne Schichten werden vollständig entfärbt und nur selten bleibt eine gelbe, einzelnen derberen Körnchen anhaftende Färbung zurück, die auch bei wiederholtem Alkoholzusatz nicht schwindet. In schmutzig braun-grünen Schichten schwindet die grüne Färbung vollständig und die braune bleibt rein zurück.

Die Chlorophyllkörper der Epidermis- und Mesophyllzellen entfärben sich etwas später als die grünen Cuticularschichten und zuerst im Bereiche der dünneren Abschnitte der Schnitte, die zum Theil erst nach $\frac{3}{4}$ Stunden vollständig entfärbt waren.

Die Entfärbung der grünen Schichten durch Terpentinöl erfolgte nach anhaltend wiederholtem Zusatz des letzteren, nachdem die auf dem Objektträger etwas abgetrockneten Schnitte zunächst in Glycerin eingelegt worden waren.

Das Grün einer 2 Zellen überziehenden Cuticularschicht war im Verlauf von 2 Stunden nur etwas verblasst, wurde aber rasch und vollständig gebleicht, als nach Entfernung des Deckgläschens und Verlagerung des Schnittes von neuem Terpentinöl zugesetzt worden war. Ein anderer Schnitt mit einer grünen continuirlich über 4 Zellen sich erstreckenden Cuticularschicht war nach dem Abtrocknen 2 Tage in dem zugesetzten Glycerin geblieben und die grüne Schicht entfärbte sich nach Entfernung des letzteren und nach Zusatz von Terpentinöl in 20 Minuten vollständig, während in den Epidermiszellen das Chlorophyll erst stellenweise verblasst und in den Mesophyllzellen noch ganz unverändert war. Erst im Verlaufe einer Stunde hatte sich, unter immer erneutem Zusatze von Terpentinöl, das Chlorophyll der Epidermiszellen ganz entfärbt, während das des Mesophylls auch dann noch unverändert geblieben war.

Rascher, schon im Verlauf von 10 Minuten, erfolgte die Entfärbung grüner Cuticularschichten, wenn den mit etwas Glycerin befeuchteten abgetrockneten Schnitten wiederholt Schwefeläther zugesetzt wurde. In der gleichen Zeit waren die in den Zellen enthaltenen Chlorophyllkörper nicht oder nur an den dünnsten Stellen der Schnitte entfärbt worden.

Grüne Cuticularschichten von mit etwas Glycerin und Mohnöl

benetzten Schnitten werden, wie die Chlorophyllkörper, nach erneutem Zusatz von Schwefelkohlenstoff im Verlaufe einer Minute gleichmässig gelbbraun, entfärben sich aber erst unter fortgesetztem Zusatz von Schwefelkohlenstoff im Verlaufe einer Stunde mehr oder weniger vollständig.

Auf Zusatz von Essigsäure zu in 1proc. Zuckerlösung befindlichen Schnitten hellen sich die grünen Cuticularschichten auf und nehmen im Verlauf von 1—3 Minuten eine schwach gelbliche, gelbgrünliche oder bräunliche Färbung an, die erst im Verlauf von weiteren 8—10 Minuten schwindet. Mitunter geht eine anfangs bräunliche Färbung nachträglich in eine gelbe über oder es wird eine anfänglich gelbliche Färbung allmählig gelbbräunlich. Während der Einwirkung der Säure wurde in den meisten Fällen die Struktur der Schichten nicht erheblich geändert, einige Male trat dagegen in ihrer Peripherie oder in ihrer ganzen Ausdehnung an Stelle der körnig-fädigen Struktur eine sehr dichte, feine und gleichmässige Granulirung auf, die in einem Falle wieder undeutlich wurde und schwand. Während oder nach Entfärbung der Schichten entfärben sich auch die Clorophyllkörper, nachdem sie zunächst heller oder dunkler braun oder gelbbraun geworden sind.

Nach Zusatz von Phosphorsäure nehmen im Verlauf von 2—15 Minuten die grünen Schichten eine gelbe, braungelbe oder braune Färbung an. Mitunter ist die Färbung erst braun und wird nachträglich braungelb oder erst gelb und wird dann braun. Die Chlorophyllkörper wurden braungelb oder braungrün gefärbt.

Durch Salzsäure werden die grünen Schichten rasch gelb gefärbt und nehmen im weiteren Verlauf von 5 Minuten zum Theil eine licht gelbbraune Färbung an. Die Chlorophyllkörper wurden rasch braun und meist dunkler als die Cuticularschichten gefärbt.

Im Mikrospektrum bewirken grüne Cuticularschichten (von Euphorbia Cyp. u. maurit.) einen ihrer Ausdehnung im Spalte des Spektrums entsprechenden Absorptionsstreifen im Roth, zwischen B u. C, der etwas weiter nach dem rothen Ende des Spektrums gerückt ist als es bei den Chlorophylllösungen der Fall und je nach der lebhafteren und gesättigter grünen Färbung der Schichten mehr oder weniger dunkel ist. Hinter E beginnt ein dunkler, in der gleichen Ausdehnung wie der Absorptionsstreif zwischen B und C sich durch den ganzen blauen Theil des Spektrums continuirlich hinziehender Absorptionsstreif. Stellt man

den Spalt des Spektrums so, dass sich in demselben gleichzeitig eine grüne Cuticularschicht und Chlorophyll des Inhalts der Epidermiszellen befindet, so überzeugt man sich, dass die durch das letztere bewirkte Absorption vollständig der durch das Grün der Cutikularschichten bewirkten Absorption entspricht.

Es kann somit bei der Uebereinstimmung, welche die grünen Abschnitte veränderter Cuticula rücksichtlich ihres chemischen und spektroskopischen Verhaltens mit den Chlorophyllkörpern zeigen, keinem Zweifel unterliegen dass der grüne in den ersteren enthaltene Farbstoff mit dem Chlorophyll identisch ist.

An im Herbst gelb gewordenen Blättern von Euphorbia C. waren auch die gefärbten Cuticularschichten und Schwellungen meist gelb oder braun und nur in den seltensten Fällen grün und dann auch meist gelbgrün gefärbt. So fanden sich an 40 Schnitten nur 9 grün gefärbte Stellen der veränderten Cuticula, während an noch grünen Blättern die gefärbten Cuticularabschnitte der grossen Mehrzahl nach grün gefärbt sind und es auch an den noch grünen Blättern derselben Pflanze waren, von welcher die gelben Blätter stammten.

Bei Beurtheilung der Befunde an der Cuticula und den Aussenwandungen der Epidermiszellen und an den Membranen der Haare von Pelargonium z. waren es hauptsächlich 2 Umstände, welche mich zu der Annahme bestimmten, dass die beobachteten Veränderungen unter dem Einfluss lebender, in den Membranen und in der Cuticula enthaltener Substanz zu Stande gekommen seien. Rein mechanisch erfolgende, erst zähflüssige und dann erhärtende Abscheidungen könnten zur Bildung von schichtweise abgesetzten oder von ovalen, spindel- oder kegelförmigen, der Cuticula auflagernden soliden Massen führen, aber schon die Bildung einzelner, in der Cuticula nur wurzelnder längerer Fäden und Fasern würde einer Erklärung in diesem Sinne erhebliche Schwierigkeiten darbieten und noch mehr das Auftreten von Verästelungen und das Abtreten feiner Fäden von Knoten, zu welchen sich mitunter eine Faser längs ihres Verlaufs oder an ihrem Ende verdickt hat. Ganz unverständlich bliebe ferner das Anastomosiren der Fasern unter Bildung derberer Knotenpunkte, von denen neue ebenfalls anastomosirende Fasern sich entwickeln und mit den bereits vorhandenen sich zur Bildung weit- und engmaschiger, gegen Druck ziemlich resistenter Gerüste vereinigen, von deren Um-

fang häufig wieder einzelne Fäden und Fasern frei nach aussen abtreten.

Für das Zustandekommen der Veränderungen der Cuticula und Membranen unter dem Einfluss lebender, in derselben enthaltener Substanz sprechen dagegen in ganz unzweideutiger Weise die Vorgänge, welchen an manchen erweichten und geschwellten Cuticularschichten und an den in ihnen enthaltenen geformten Theilen beobachtet wurden. Sowohl die Bewegungserscheinungen als die Um- und Neubildung von Netzabschnitten (Abschnürungen, Sonderung der Fäden zu Körnchen, Verschmelzung von Körnchen und Fäden, Bildung von Körnchen, Fäden und Netzen aus homogener Substanz, Schwund und Rekonstruktion ganzer Netzabschnitte) sind von mir in ganz entsprechender Weise auch im Innern lebender Zellen beobachtet worden; es kann auch dabei gar nicht die Rede davon sein, dass die eintretenden Veränderungen etwa eine Folge der Einwirkung der Zusatzflüssigkeit seien, da es sich gar nicht um blosse Verflüssigung geformter Theile handelt, sondern auch um Bildung geformter Substanz aus homogener und die zunächst eingetretenen Aenderungen in der Beschaffenheit der Theile keine dauernden sind oder es nicht zu sein brauchen, sondern während einer $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{2}$stündigen Beobachtungsdauer sich unausgesetzt ein Wechsel im Entstehen neuer Formelemente und im Vergehen vorhandener sowie Aenderungen in der Beschaffenheit der bereits vorhandenen vollziehen. Die gleichen Vorgänge, wie sie bei Benutzung von 1proc. Zuckerlösung oder Quittenschleim als Zusatzflüssigkeit beobachtet wurden, vollziehen sich aber auch, wenn als Zusatzflüssigkeit Mohnöl benutzt wird, also ein Einfluss wässriger Flüssigkeit ganz ausgeschlossen ist, entwickeln sich mit grösserer Schnelligkeit und laufen rascher und unter Betheiligung einer grösseren Anzahl Formelemente ab, wenn inducirte Ströme eingeleitet werden. Der fernere, an den Blättern von Euphorbia geführte Nachweis, dass der grüne Farbstoff veränderter Cuticularabschnitte identisch mit dem Chlorophyll innerhalb der Zellen ist, liefert einen weiteren Beleg für die Richtigkeit der von mir zuerst vertretenen und begründeten Ansicht, dass *protoplasmatische Theile in die Zusammensetzung der Membranen eingehen und dass dieselben sich auch an dem Zustandekommen von Um- und Neubildungsvorgängen betheiligen und dasselbe überhaupt erst ermöglichen.*

Die sehr häufig grosse Mächtigkeit der weichen, homogenen

oder geformte Theile einschliessenden Massen, wie sie bei Pelargonium u. Primula s. die Epidermiszellen überziehen und die Haare umscheiden, setzt voraus, dass durch ein System feiner, nur zum geringsten Theil durch die optischen Hülfsmittel wahrnehmbarer Spalten und Kanäle fortwährend plasmatische Flüssigkeit den veränderten Membranabschnitten zugeführt und das Material für die stickstofffreien und stickstoffhaltigen Bestandtheile derselben geliefert wird, während gleichzeitig der ganze Vorgang, sobald die Schwellung eine gewisse Grenze überschritten hat, einen sekretorischen Charakter erhält.

Von Hanstein [1]), de Bary [2]) und A. wird bekanntlich die Ansicht vertreten, dass es sich bei Pelargonium, Primula sin. und anderen Pflanzen bei den in Rede stehenden Vorgängen von Anfang an um einen Sekretionsprozess handelt und dass der secernirte Körper an der Grenzfläche zwischen Cuticula und Zellmembran auftritt. „Bei gleichbleibender Form und Turgescenz der Zelle hebt er in dem Maasse, als er an Menge zunimmt, die Cuticula blasig empor, entweder indem diese in gleichem Maasse und unter gleichbleibender oder zunehmender Dicke mitwächst, oder mit der Vermehrung des Sekrets in ihrem Flächenwachsthum nicht Schritt hält, daher stark gedehnt und schliesslich leicht gesprengt wird. Von dem nach der Sprengung frei werdenden flüssigen Sekret rührt die Klebrigkeit der Oberfläche her. Die zersprengte Cuticula kann (nach Hanstein) an jungen Theilen selbst zu wiederholten Malen regenerirt werden.“ (de Bary)

Bei Euphorbia führen die Schwellungen der Cuticula überhaupt nicht zur Bildung von Sekretmassen, aber auch bei Pelargonium und Primula sin. ist von einem derartigen Modus der Sekretbildung nicht das Geringste wahrzunehmen, überall gehen die Veränderungen, die bei der Primel denen bei Pelargonium ganz analog sind, von der Cuticula selbst aus und an den Köpfchen der Haare, an denen, wie an den meisten Endgliedern, eine Cuticula überhaupt nicht zu unterscheiden ist, von ihren sehr zarten Membranen, welche im Durchschnitt knopf-, linsen- oder spindelförmige, homogene und glänzende oder körnig-fädig differenzirte Abschnitte einschliessen oder derartige Bildungen auf ihrer äusseren Fläche

---

1) Ueber die Organe der Harz- und Schleimabsonderungen in den Laubknospen. Bot. Zeitung Nr. 43. 1868.

2) Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane. Leipzig 1877. S. 94.

tragen. An den Köpfchen der Drüsenhaare von Pelargonium sind die Membranen etwas stärker als bei Primula und spalten sich mit Eintritt der in Rede stehenden Veränderungen mitunter in 2 Lamellen, von denen zunächst nur die äussere der Sitz der letzteren ist. Kleinere oder grössere homogene, nach aussen prominirende Erweichungsschichten erscheinen zwar häufig im Durchschnitt durch einen fasrigen Contour vollständig oder mit einzelnen Unterbrechungen abgegrenzt, derselbe entspricht aber nicht der abgehobenen Cuticula, sondern ist aus einer Verdichtung der peripheren Schicht hervorgegangen und neugebildet. Gleichzeitig beginnt sich häufig auch der homogene Inhalt solcher Prominenzen zu differenziren, es treten in demselben einzelne Vakuolen sowie einzelne Körnchen und Fäden oder kleine Anhäufungen derselben auf oder es erstrecken sich von der verdichteten Randzone einzelne Fäden nach dem Innern der homogenen Masse.

Wie bei Pelargonium so finden sich auch bei Primula s. umfangreichere, der Membran aufgelagerte weiche, glänzende, homogene oder körnig-fädig oder netzförmig differenzirte Massen, in Betreff deren es dahingestellt bleiben muss, in welcher Weise sie sich entwickelt haben, da sie der unveränderten Cuticula, an den Köpfchen und Endgliedern der äusseren Membranfläche, nur aufliegen. Es ist hierbei einmal die Möglichkeit zu berücksichtigen, dass ein Erweichungsprozess der Cuticula oder Membran nur in sehr beschränkter Ausdehnung stattgefunden und mit der reichlichen Zufuhr von Bildungsmaterial der Vorgang einen sekretorischen Charakter angenommen hat, worauf die neugebildeten Massen sich über die umgebenden unveränderten Membranabschnitte ausgebreitet haben; auf der anderen Seite lässt sich aber auch die Möglichkeit nicht ausschliessen, dass es auch durch die nicht oder nur wenig veränderte Cuticula oder Membran hindurch zu einer Sekretion kommen kann.

Für die Redaction verantwortlich:
Carl Bardeleben Jena.

Frommannsche Buchdruckerei (Hermann Pohle) in Jena.

Sitzungsberichte 1886.

II. Heft.

6. Sitzung am 7. Mai 1886.

1) Zuerst hielt Herr Delbrück einen Vortrag über

Amnestische Aphasie.

In einem Vortrag über Aphasie bemerkte Herr College Binswanger, dass das Problem der Aphasie unter anderm auch von der psychologischen Seite her genauer als bisher untersucht werden müsste. Die Richtigkeit dieser Bemerkung ist mir besonders klar geworden, seitdem mir durch Binswangers Güte ein Theil der Literatur zugänglich geworden ist. Aus diesem Studium und gelegentlichen Beobachtungen an Kranken haben sich mir von meinem Standpunkt als Sprachforscher aus eine Anzahl von Gesichtspunkten zur Erläuterung der Erscheinungen der amnestischen Aphasie ergeben, welche ich im Folgenden in der Kürze mittheile.

Es ist selbstverständlich, dass der, welcher Sprachstörungen beurtheilen will, zunächst den regelmässigen Verlauf des Sprechens kennen muss. Wer also über heutige Aphasische urtheilen will, wird zuerst wissen müssen, wie bei einem Menschen der gleichen Altersstufe das normale Sprechen verläuft. Hierbei lege ich zunächst Werth auf die Festhaltung der Altersstufe. Ich finde, dass von Medicinern zur Erklärung der Sprachstörungen bei Erwachsenen häufig die Kindersprache zugezogen wird, und ich will nicht leugnen, dass dieselbe hier und da, wenn wir sie erst genauer kennen werden, als bis jetzt der Fall ist, möglicherweise mit Nutzen herangezogen werden könnte, aber das Erste und Nächstliegende ist doch, dass man bei kranken Kindern die Sprache gesunder Kinder, bei kranken Erwachsenen die Sprache gesunder Erwachsener in Betracht zieht. Sodann lege ich Werth darauf, dass es sich um gegenwärtige Erscheinungen handelt. In der

medicinischen Literatur sehe ich bisweilen wirkliche oder angebliche Thatsachen aus fremden Sprachen oder sogar aus hypothetischen Zeitaltern unserer eigenen Sprache benutzt, was mir ein bedenkliches Unternehmen zu sein scheint; denn einmal ist nicht wohl abzusehen, wie ein jetziger Mensch in dasjenige zurückfallen könnte, was seine Vorfahren vor vielen tausend Jahren etwa gesprochen haben, und sodann sind alle diese Ermittelungen über prähistorische Sprachzustände oder gar über den Ursprung der Sprache so unsicherer Natur, dass man besser thut, im vorliegenden Falle ganz von ihnen abzusehen. Dem gegenüber hat dasjenige, was wir täglich an uns selbst und anderen beobachten können, zwar den Nachtheil der Trivialität gegen sich, hat aber für sich den Vortheil, von Jedem controllirt werden zu können.

Nach diesen Vorbemerkungen gehe ich dazu über, unter einigen Rubriken das Sprachvermögen eines jetzigen Menschen zu überschauen. Es ist mir dabei natürlich nicht möglich, sämmtliche Behauptungen über sprachliche Dinge tiefer zu begründen. Wer die Grundanschauungen der modernen Sprachforschung, zu denen ich mich bekenne, näher kennen lernen will, sei namentlich auf das vorzügliche Buch von Paul „Principien der Sprachgeschichte“ (Halle, 1880) verwiesen.

Das Sprachvermögen eines jetzigen erwachsenen Menschen kann man etwa unter folgenden Rubriken zur Anschauung bringen:

1) Er besitzt eine gewisse Geübtheit der Sprachorgane, und zwar eine Geübtheit, dasjenige, was ihnen gewohnheitsmässig zugemuthet wird, richtig hervorzubringen. Die Zumuthung an die Sprachorgane erfolgt von unserm Innern aus, wo dasjenige, was wir sagen wollen, vorbereitet und geformt wird, und es ist kein Zweifel darüber, dass wir uns von den Sätzen und Wörtern, die wir sprechen wollen, zunächst in der Seele eine Vorstellung machen und dass auf diese Vorstellung hin die Aeusserung erfolgt. Es fragt sich nun, ob von den einzelnen Sprachlauten dasselbe gilt, was von den Sätzen und Wörtern. Ist in der Seele eine Vorstellung des einzelnen Lautes wirksam, und kommt diese dann zur Aussprache, oder sind Bilder der einzelnen Laute in der Seele überhaupt nicht wirksam? Gelegentlich mag das erstere wohl der Fall sein, z. B. bei Schauspielern, welche die Absicht haben, gewisse Laute anders hervorzubringen, als sie in ihrer Jugend gelernt haben, aber bei der grossen Masse der Menschen ist das sicher nicht der Fall. Die Laute werden von uns nicht einzeln gelernt, sondern in und mit den Worten. Um sich diesen Satz

deutlich zu machen, wolle man zunächst überlegen, dass die Buchstaben unseres Alphabets nur einen kleinen Theil der Bewegungen unserer Sprachorgane auszudrücken bestimmt sind, dass sie nämlich Zeichen sind für besonders auffallende Stellungen der Organe. Nicht ausgedrückt werden im Alphabet die Uebergangslaute, die Pausen, das Tempo und anderes mehr. Nun können aber doch Uebergänge und Pausen nicht isolirt eingeübt werden, und man könnte nur noch hinsichtlich der Sprachlaute im Sinne unseres Alphabets von einer solchen Einübung reden. Aber selbst hinsichtlich dieser lehrt uns die Erfahrung, dass sie von uns überwiegend am Worte gelernt werden. Die Kinder eignen sich die Sprache hauptsächlich dadurch an, dass sie die Wörter nachsprechen, welche sie hören. In der Schule werden zwar beim Lesenlernen die Wörter zerlegt, aber wenn wir in die Schule kommen, können wir bereits sprechen und das bischen Schulübung geht im Leben bald wieder verloren. Man darf also wohl sagen, dass durch das Aussprechen zahlloser Sätze und Wörter bei uns ein Muskelgefühl entsteht, welches uns befähigt, in unserer Muttersprache die Wörter mit der gewohnten Aussprache hervorzubringen, ohne dass uns dabei die Aufgabe vorschwebte, dass wir einen einzelnen Laut zu äussern haben. Diese Erwägungen, bei denen ich freilich mehr andeutend als ausführend verfahren bin, lehren uns verstehen, was von der Verwechselung einzelner Laute bei Kranken zu halten sei. Wenn ein Kranker statt „Lieder“ „Lieber“ sagt, so geschieht das nicht, weil er in seiner Vorstellung „d“ und „b“ verwechselt, sondern weil bei dem Akte des Aussprechens die Organe nicht gut functioniren. Es liegen mir nicht genug Beobachtungen vor, um mit einiger Sicherheit urtheilen zu können, ich möchte aber die Frage aufwerfen, ob nicht der Regel nach bei solchen Verwechselungen ein weiter hinten liegender Laut durch einen weiter vorn liegenden ersetzt wird. Sollte das der Fall sein, so könnte man sagen, dass ein Erschlaffungsvorgang vorliegt.

Es versteht sich, dass dasjenige, was sich schliesslich als Lautverwechselung darstellt, auch noch durch andere Vorgänge hervorgerufen werden kann. Es kann jemand z. B. „Vutter“ statt „Vater“ sagen, weil ihm „Mutter“ dabei vorschwebt. Dabei zeigt sich freilich äusserlich eine Verwechselung von Lauten, in Wahrheit aber liegt eine Vermischung von Vorstellungsbildern vor.

Mit grösserer Sicherheit als über diesen lässt sich über die folgenden Punkte urtheilen.

2) Der Sprechende verfügt über eine Masse von Wörtern, mit welchen er gewisse Vorstellungen verbindet. Wie diese Verbindung zwischen Wort und Vorstellung ursprünglich entstanden sei, ist eine Frage, die uns hier nichts angeht, für den jetzt lebenden Menschen ist die Verbindung zwischen Laut und Vorstellung ein Ergebniss geschichtlicher Zufälligkeit. Die Möglichkeit nun, so viele Worte zu behalten, erklärt sich zum Theil daraus, dass dieselben in der Seele nicht isolirt, sondern zu Gruppen verbunden sind. Zunächst sind viele derselben zu etymologischen Gruppen vereinigt. Wir empfinden „Stein“ „steinern“ „Versteinerung“, „Mühle“ „mahlen“ „Müller“ „Mehl“ als etymologisch verwandt, und mindestens die Grundwörter jeder Gruppe bekommen dadurch einen festen Halt, dass sie bei Aeusserung der abgeleiteten wieder ins Gedächtniss kommen. Am seltensten werden in etymologische Gruppen aufgenommen Eigennamen und Fremdwörter. — Sodann sind die Wörter, selbst bei den Ungebildeten, zu gewissen begrifflichen Gruppen verbunden, was sich darin zeigt, dass die Glieder der einzelnen Gruppen unter einander viel häufiger verwechselt werden als zwei Glieder verschiedener Gruppen. Ferner ist selbst in der Seele des Ungelehrten eine gewisse Vorstellung von den Redetheilen vorhanden, wovon man sich unter anderm auch durch die gleiche Thatsache der Verwechselungsfähigkeit überzeugen kann. Ziehen wir aus diesen Beobachtungen zunächst einige einfache Folgerungen. Es ergibt sich der übrigens selbstverständliche Satz, dass das Isolirte leichter vergessen wird als das Associirte, ein Satz, der bei Kranken durch die Thatsache bestätigt wird, dass vor allem Eigennamen dem Vergessen ausgesetzt sind. Sodann lernen wir etwas über die Thatsache des Verwechselns. Wörter können verwechselt werden wegen ihrer Klangähnlichkeit. Das wird hauptsächlich bei solchen Wörtern der Fall sein, welche nicht durch ihren Sinn mit festhaltenden Gruppen verknüpft sind. So finde ich bemerkt, dass ein Kranker statt „Semiramis“ „Seminiramis“ sagte, offenbar weil ihm „Seminar“ vorschwebte, eine Verwechselung, die nicht hätte eintreten können, wenn nicht beide Wörter isolirt wären. Die Mehrheit der Verwechselungen ist eine Folge der Gruppirung. So ist es natürlich, dass jemand „Berlin“ mit „Potsdam“ verwechselt, dagegen sehr unwahrscheinlich, dass er „Berlin“ mit „Tisch“ verwechselt. Wo eine solche Verwechselung vorzuliegen scheint, fragt es sich, ob wir nicht falsch urtheilen, weil wir die Mittelglieder nicht kennen.

Von weit grösserem Werthe als die bisher erwähnten Gruppirungen aber ist die folgende. Eine Anzahl von Wörtern sind Zeichen für Dinge der Aussenwelt, auf welche wir zeigen können, z. B. „Stock“, „Scheere“ etc. Andere Wörter haben mit Dingen oder Vorgängen der Aussenwelt nichts zu thun, sondern bezeichnen rein innere Vorgänge, Thatsachen und Stimmungen, z. B.: „ich weiss“, „ja“, „nein“ u. a. Man pflegt zu behaupten, dass auch diese Wörter einst einen sogenannten concreten Sinn gehabt hätten. Ob das wahr ist oder nicht, will ich nicht untersuchen. Ausser allem Zweifel aber steht die Thatsache, dass diese Wörter für unser jetziges Bewusstsein reine Innenwörter sind. Man kann also die Wörter in Aussenwörter und Innenwörter eintheilen und man würde bei näherer Betrachtung in dieser Beziehung verschiedene Grade und Schichten zu unterscheiden haben. So sind z. B. viele Verba innerlicher und abstracter als viele Substantiva. „Gehen“ ist weniger äusserlich als „Stock“, „schneiden“ weniger äusserlich als „Scheere“, denn beide Verba bezeichnen Vorgänge, welche sich noch an vielen andern Dingen als an den genannten (Stock, Scheere) vollziehen. Von hier aus wird nun eine Thatsache der Erfahrung klar, welche sich bei allen Kranken beobachten lässt. Die Aussenwörter sind dem Verschwinden viel mehr ausgesetzt als die Innenwörter. Wörter wie „Stock“ und „Scheere“ können schon im Anfang der Krankheit nicht hervorgebracht werden, obgleich die Vorstellung nicht fehlt, dagegen Sätze, wie „ich weiss nicht“, werden auch im vorgeschrittenen Stadium noch geäussert. Es ist etwas ganz Gewöhnliches, dass die Kranken Aussenwörter definiren, sie sagen also z. B. statt „Scheere“ „man schneidet damit“, statt „Stock“ „man geht damit spazieren“. Sie erklären also eine Anschauung mit vielen Merkmalen durch eine Anschauung mit weniger Merkmalen, eine äusserliche Vorstellung durch eine mehr innerliche. Man kann diese Beobachtung bildlich auch so ausdrücken: die Wörter, welche in der Peripherie unseres Denkvermögens liegen, sind viel leichter dem Vergessen ausgesetzt als solche, welche im Inneren liegen.

3) Wir haben in unserm Gedächtniss nicht nur eine Masse von einzelnen Wörtern, sondern auch verschiedene Schemata oder Typen, nämlich Schemata der Wortbiegung, der Wortbildung, der Sätze. Was zunächst die Wortbiegung angeht, so ist unzweifelhaft, dass auch der Ungebildete gewisse Typen der Flexion, der Nomina, Verba u. s. w. im Kopfe hat. Zwar ist er

sich dieses Besitzes nicht bewusst und würde nicht im Stande sein, die Formen eines Verbums nach einander herzusagen, aber dass die Typen ohne sein Bewusstsein bei ihm vorhanden sind, beweist der Umstand, dass jedes Abweichen von der gewöhnlichen Bildung als falsch oder lächerlich empfunden wird, und dass auch der Ungebildete es versteht, Wörter, die etwa neu in seinen Gesichtskreis treten, richtig zu flectiren. So bildet jeder z. B. die dritte Person eines ihm etwa neu bekannt werdenden Verbums auf -iren richtig mit t, u. s. w. Es ist wichtig, sich klar zu machen, dass diese Flexionstypen wie alle noch zu nennenden Typen bei dem Ungebildeten ebenso fest haften wie bei dem Gebildeten. Es ist ja längst auch ausserhalb der philologischen Kreise bekannt, dass die sogenannten Dialecte keineswegs mehr oder minder verwerfliche Spielarten der Schriftsprache sind, dass sie vielmehr den Naturzustand der Sprache, wie er seit uralten Zeiten von Geschlecht zu Geschlecht überliefert ist, treuer darstellen als die Schriftsprache. Die Unsicherheit des Ungebildeten zeigt sich erst dann, wenn er das Hochdeutsche spricht, welches ihm nicht völlig geläufig ist, gerade so wie wir unsicher sind und Fehler begehen, wenn wir eine Sprache sprechen, welche wir nicht völlig beherrschen. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass ein ungebildeter Kranker, der in gesunden Tagen das Hochdeutsche leidlich beherrschte, bei zunehmender Krankheit es immer schlechter spricht, wie auch wir im Zustand der Ermattung die Schwierigkeiten einer fremden Sprache weniger gut bewältigen. Aber hinsichtlich der Typen der ihm von Jugend auf geläufigen Mundart verhält es sich bei ihm nicht anders wie bei einem Gebildeten. Wie verhält es sich nun mit diesen Typen im Zustande der Aphasie? Soviel ich sehe, bleiben diese Typen im wesentlichen unberührt, wenigstens in den Anfangsstadien der Krankheit, wo überhaupt noch vollständige Sätze hervorgebracht werden. Ich finde wohl angemerkt, dass ein Kranker das Präteritum schwach gebildet hätte statt stark, man muss aber bedenken, dass die starke Flexion auch in der Sprache der Gesunden durch die schwache verdrängt wird, auch wir sind im Zweifel, ob wir sagen „buk“ oder „backte“, „glomm“ oder „glimmte“, „schand“ oder „schindete“.

Aehnlich wie mit den Typen der Flexion scheint es sich mit den Typen der Ableitung zu verhalten. Wir unterscheiden unter den wortbildenden Suffixen todte und lebendige. Die Grammatiker wissen, dass das t in „Wort“ ein Wortbildungssuffix ist, aber der natürliche Mensch weiss davon nichts, ihm erscheint

„Wort“ als etwas vollkommen Einheitliches, welches nicht zerlegt werden kann. Anders ist es mit den Suffixen „ung, heit, keit, ei, lich“, mittels deren wir fortwährend neue Wörter bilden können. Es wäre darauf zu achten, ob von Kranken vielleicht diese Suffixe verwechselt werden, sichere Zeugnisse davon habe ich in der Literatur nicht gefunden.

Dass die genannten Typen in der Seele eines Sprechenden vorhanden sind, ist längst bekannt und anerkannt, weniger bekannt ist, dass auch feste Typen der Satzbildung vorhanden sind. Zwar dass wir an gewisse Constructionen gebunden sind, wie z. B. die Verbindung gewisser Präpositionen mit gewissen Casus, leuchtet sofort ein, aber erst in neuerer Zeit ist uns deutlich geworden, dass auch gewisse Satztypen vorhanden sind, deren Dasein und Veränderung wir durch die Jahrtausende verfolgen können. Der Laie stellt sich die Sache gern so vor, dass uns die einzelnen Worte von unseren Vorfahren überliefert werden, und wir sie frei zu Sätzen verbinden. Diese Ansicht ist aber völlig irrthümlich. Es sind uns neben den Wörtern auch Wortstellungstypen überliefert, von denen wir nicht abweichen können, ohne dass unser Sprachgefühl sofort gegen die Abweichung reagirt. Es würde zu weit führen, hier die hauptsächlichen Satztypen des Deutschen darzustellen. Ich beschränke mich deshalb darauf, beispielshalber das Folgende in Erinnerung zu bringen. Wir können im Fragesatz mit Fragewort nie sagen „Was du willst?“ oder „Willst was du?“, sondern nur: „Was willst du?“ Wir sagen schriftdeutsch stets „wenn er gewollt hat“, aber nicht „wenn er hat gewollt“, wir können nur sagen „auf dem Baume“, aber nicht „dem Baume auf“. Wir können sagen „ein grüner Baum“ oder allenfalls „ein Baum, ein grüner“, aber nicht „ein Baum grüner“ und wenn es im Gedicht heisst „Röslein roth“, so ist das eine jetzt veraltete und nur in gewissen Stilarten noch mögliche Wendung. In anderen Sprachen verhält es sich anders und es ist ja jedem bekannt, dass wir uns bei einer fremden Sprache die richtige Wortstellung erst durch lange Uebung aneignen können. Ich habe nicht gefunden, dass bei Kranken dieser Wortstellungstypus zerstört würde derartig, dass sie die Worte beliebig durcheinander schüttelten. Einen positiven Beweis, dass die Wortstellungstypen noch vorhanden sind, liefert selbst im vorgeschrittenen Stadium diejenige Ausdrucksweise, welche man die skizzirende nennen könnte. Ein Kranker sagt z. B.: „Eine Auge immer Thränen“, er will damit sagen: „das eine Auge ist immer voll Thränen“

Es sind also nur noch so zu sagen die am meisten hervorragenden Redegipfel sichtbar, aber sie stehen an der richtigen Stelle. Uebrigens versteht es sich wohl von selbst, dass für die Bildung kurzer Sätze die Kraft länger ausreicht als für die Bildung langer Sätze. Dabei kann bei den letzteren der Typus innerlich noch unversehrt sein, aber es gelingt nicht mehr, ihn vollständig in der Aeusserung zur Darstellung zu bringen.

Zum Schluss will ich noch bemerken, dass ein Satz durchaus nicht aus Subject, Prädicat und Copula zu bestehen braucht, auch Aeusserungen wie „au"! „nein", „zum Donnerwetter"! müssen als Sätze bezeichnet werden. Diese Sätze sind es wohl, welche am längsten erhalten bleiben, theils weil sie die einfachsten sind, theils weil sie in einem Zustand der Erregung geäussert zu werden pflegen.

Ich bin hiermit am Ende dieser skizzenhaften Bemerkungen angekommen, ich veröffentliche sie trotz ihrer Unvollkommenheit, weil sie nach dem Urtheil Sachverständiger vielleicht geeignet sind, Mediciner auf eine oder die andere Art der Fragestellung bei der Untersuchung aufmerksam zu machen.

2) Darauf sprach Herr Haeckel

Ueber Calymma.

(Ein Bericht ist nicht eingegangen).

---

7. Sitzung am 21. Mai 1886.

1) Herr Sohncke berichtete

Ueber „Elektrisches".

2) Dann machte Herr Haeckel Mitteilungen

Ueber den Landblutegel in Ceylon.

(Berichte sind nicht eingegangen).

---

8. Sitzung am 4. Juni 1886.

1) Herr Preyer teilte

einige Ergebnisse seiner im Winter in der zoologischen Station des Hrn. Prof. A. Dohrn in Neapel ausgeführten Experimentaluntersuchungen über die Mobilität und Sensibilität der Seesterne (Asteriden), Schlangensterne (Ophiuren) und Haarsterne (Crinoiden)

mit. Die ausführliche Abhandlung erscheint in den „Mitteilungen der zoologischen Station zu Neapel“ und wird durch zahlreiche Abbildungen erläutert werden. Ferner demonstrierte der Vortragende eine Anzahl vorzüglich konservierter Echinodermen aus dem Laboratorium der genannten Station und hob die große Bedeutung der letzteren für die vergleichende Physiologie hervor.

2) Herr Reichardt sprach sodann

Ueber den Bitterstoff der Kalmuswurzel.

Die bisherigen Untersuchungen, namentlich von Faust, hatten keinen genügenden Abschluss erhalten, namentlich keine chemische Formel ergeben. Faust gab an, dass der Bitterstoff stickstoffhaltig sei, und daher wurde das Acorin mit unter die Alkaloide oder alkaloidähnlichen Körper gezählt. In Folge dessen veranlasste ich meinen früheren Assistenten, Herrn Dr. Thoms, zu eingehenderen Untersuchungen, wobei ich die einfache, aber sehr brauchbare Ergebnisse liefernde Methode der Aufnahme der Bitterstoffe und auch der Alkaloide durch Thierkohle anwenden liess. Schliesslich ergab es sich, dass das Acorin am besten aus dem kalten, wässerigen Auszug der Wurzel erhalten wird.

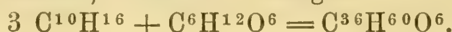
Der aus der Thierkohle durch Behandeln mit kochendem Alcohol erhaltene Bitterstoff löste sich leicht in Aether und hinterliess hierbei einen stickstoffhaltigen Körper in sehr geringer Menge, welcher die Reactionen auf Alkaloid gab, aber so wenig betrug, dass eine weitere Bearbeitung bis jetzt nicht möglich wurde; zur Unterscheidung erhielt das Alkaloid den Namen Calamin.

Der eigentliche bittere Stoff, aus dem Aether durch Entfernen desselben erhalten, ward nunmehr stickstofffrei und konnte nur als dickes Extract erhalten werden. Die chemische Untersuchung führte zu der empirischen Formel $C^6H^{10}O$. Mit Alkali, wie

Säuren trat Spaltung desselben ein; es trat der Geruch nach Kalmusöl auf und wurden kleine Mengen Zucker erhalten, zwischen 1,4—4,5 Procent schwankend. Da dies keinen Anhalt zur Bestimmung der rationellen Formel gab, auch die Zahlen zu gering und schwankend waren, wurde der Bitterstoff derselben Einwirkung von verdünnter Schwefelsäure und Alkali, unter Abschluss der Luft, im Wasserstoffgasstrome ausgesetzt und hierbei trat alsbald eine durchgehende Spaltung und Abscheidung des ätherischen Kalmusöles ein. Es wurden erhalten 29,9; 30,3; 30,4 Proc. Zucker und das ätherische Oel konnte durch Destillation geschieden werden.

Die mit dem Oele ausgeführte Elementaranalyse ergab die schon früher bekannte und allverbreitete Formel $C^{10}H^{16}$.

Nach diesen Spaltungen gestaltet sich die Formel des *Acorins*, des Bitterstoffes von der Kalmuswurzel, zu $C^{36}H^{60}O^{6}$ und die Spaltung verläuft, indem sich erzeugen



$$3\ C^{10}H^{16} + C^{6}H^{12}O^{6} = C^{36}H^{60}O^{6}.$$

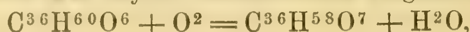
Die bisher beobachteten Abspaltungen bei Bitterstoffen geschehen fast durchgehends unter Aufnahme von Wasser, hier zerfällt das Acorin unmittelbar in Oel und Zucker.

Dieselbe Spaltung wurde mit Emulsin der süssen Mandeln schon bei niederer Wärme bewirkt und 30,52 Procent Zucker erhalten; die obige Formel verlangt 30,61 Proc., somit wird die vorgeführte Formel bestätigt.

Hefe schien nicht einzuwirken, dagegen zeigt Speichel bald das Auftreten des ätherischen Oeles an und sogar Wasserdämpfe führten schon zur Zerlegung des Bitterstoffes, obgleich unvollständig, da die zusammengeballte Masse des Bitterstoffes die Einwirkung erschwerte.

Das Acorin ist im Wasser, verdünnten Säuren und verdünnten Alkalien unlöslich, sehr leicht löslich aber in Alkohol, Aether, Methylalcohol, Benzol, Toluol, Chloroform, Schwefelkohlenstoff, Aceton.

Der Widerstand, welchen die Spaltung bei Zutritt von Luft erhielt, führte nunmehr zu weiteren Prüfungen, da eine Oxydation wahrscheinlich war, und dies bestätigte sich vollständig. Es schied sich nach längerem Kochen des Acorins mit verdünnten Säuren oder Alkalien ein harzartiger Körper ab, welcher den üblichen Spaltungserzeugnissen anderer Bitterstoffe *Acoretin* benannt wurde. Die Elementaranalyse führte zu der Formel $C^{36}H^{58}O^{7}$, oder das Acorin war oxydirt worden unter Abgabe von Wasser



$$C^{36}H^{60}O^{6} + O^{2} = C^{36}H^{58}O^{7} + H^{2}O,$$

eine weitergehende Oxydation konnte durch fortgesetzte gleiche Behandlung nicht erhalten werden.

Das Acoretin verhält sich wie ein Harz und wurde nunmehr versucht, aus der Kalmuswurzel durch unmittelbare Behandlung mit Alcohol dasselbe zu gewinnen. Dies gelang und ergab dieses Harz genau dieselbe Formel.

Nun blieb noch übrig zu versuchen, ob nicht dieses Harz durch Reductionsmittel in Acorin rückgebildet werden könnte, um dann durch Spaltung aetherisches Oel zu erhalten, und auch dieses gelang durch Behandlung mit Zinkstaub in alkalischer Flüssigkeit und endlich mit Zinkstaub für sich, wobei dann meist gleichzeitig die Spaltung in aetherisches Oel mit stattfand.

In einer früheren Sitzung beleuchtete ich den Einfluss der sogenannten Gährungserreger unter den Eiweisskörpern oder eiweissähnlichen Stoffen, wie Diastase, Pepsin u. dergl. mehr. Nach dem bis jetzt bekannten Verhalten der sogenannten Bitterstoffe, oder der Glucoside, scheinen diese meistens durch derartige Gährungserreger leicht und rasch zerlegt zu werden, unter Umständen durch die, einzelnen Pflanzen besonders eignen; wie das Amygdalin der bitteren Mandeln durch das Mandelemulsin gespalten oder zerlegt wird.

Man erhält fast durchgehends, ausser Zucker, den Pflanzen eigenthümliche Stoffe, Farbstoffe, äetherische Oele, Säuren u. s. w., weshalb es wohl angezeigt ist, den Glucosiden eine eigenthümliche, wichtige Stellung einzuräumen für die chemischen Vorgänge innerhalb der Pflanzen selbst. Die leichte Zerlegbarkeit durch Säuren, Alkalien oder namentlich Eiweisskörper bewirkt alsbald die Umsetzungen und so ist es angezeigt, gerade diese, wie es scheint, Uebergangsformen der Pflanzenbestandtheile zu verfolgen, um diese sehr dunklen Vorgänge chemischer Natur etwas zu klären. Die unmittelbare Spaltung des Acorins bei Abschluss von Sauerstoff in aetherisches Oel und Zucker ist neu.

Ob dieselbe nicht auch Bedeutung für Heilzwecke besitzt, ist jedenfalls zu versuchen und war Herr Professor Rossbach so freundlich, auf diese Versuche mit einzugehen, wozu ich eine kleine Menge Acorin zu Gebote stellte.

Das Acorin findet sich etwa zu 0,15 Proc. in der trockenen Kalmuswurzel, etwas mehr in den äusseren Schichten derselben; das Acoretin ist reichlicher vorhanden.

---

9. Sitzung am 25. Juni 1886.

1) Herr Lang trug vor

Ueber Meeresplanarien.

Discussion: Herr Haeckel und der Vortragende.

2) Herr Küstner sprach dann

Ueber „Infarct der Placenta“.

(Berichte sind nicht eingegangen).

---

10. Sitzung am 9. Juli 1886.

1) Herr Hertwig sprach

Ueber die menschliche Allantois.

(Wird anderweitig veröffentlicht).

Discussion: Herr Haeckel und der Vortragende.

2) Herr Detmer sprach sodann

Ueber pflanzliche Handelsproducte.

In diesem Sommersemester halte ich eine Vorlesung über aussereuropäische Culturpflanzen und Handelsproducte, in der ich mich eingehender über die Methode des Anbaues der betreffenden

Gewächse, über ihre Heimath und die charakteristischen Merkmale der von ihnen zu gewinnenden Rohstoffe ausspreche. Das für meine Vorlesungen erforderliche Demonstrationsmaterial, namentlich die pflanzlichen Rohstoffe, habe ich zum grossen Theil bei Gelegenheit eines längeren Aufenthaltes in Hamburg zusammengebracht, und bin sowohl zahlreichen Kaufleuten sowie Herrn Prof. Sadebeck für die Ueberlassung einer sehr grossen Anzahl der verschiedensten pflanzlichen Rohstoffe zu aufrichtigem Danke verpflichtet.

Für den Botaniker gewährt es in der That ein hohes Interesse, sich mit den Verhältnissen des Importes pflanzlicher Handelsproducte bekannt zu machen. In dieser Beziehung erregte namentlich die Art und Weise der Verpackung der Rohstoffe meine Aufmerksamkeit. Ich gehe hier auf diese Dinge aber nicht genauer ein, sondern möchte nur einige Objecte aus meiner Sammlung in dieser Sitzung vorlegen.

D e r K a u t s c h u k. Kautschuk liefern sehr verschiedene Pflanzenarten. Namentlich sind zu nennen Siphonia elastica, S. brasiliensis, Ficus elastica. Der Kautschuk wird bekanntlich aus dem Milchsaft der genannten Gewächse gewonnen. Der Rohkautschuk kommt in sehr verschiedener Form in den Handel (ich besitze mehr als 10 Kautschuksorten) und ist seit dem Anfange dieses Jahrhunderts immer mehr und mehr zu einem überaus wichtigen Handelsartikel geworden.

D i e G u t t a p e r c h a. Hauptstammpflanze ist Isomandra Gutta, ein zur Familie der Sapoteen gehörender Baum. Die Rohguttapercha gewinnt man durch Auskneten aus den geronnenen Milchsäften. Die Substanz besitzt eine weissliche Farbe und ist weit weniger elastisch als Kautschuk. Sie wird in grossen Stücken von kugeliger oder wurstförmiger Gestalt in den Handel gebracht.

D i e A l o ë. Die Aloë gewinnt man aus den Blättern von Aloë arborescens, A. socotrina, A. spicata und anderer Aloëspecies. Der ausgeflossene, ausgepresste oder ausgekochte Saft wird durch Erwärmen stark concentrirt und dann in Kisten oder in Schalen von Cucurbitaceenfrüchten gefüllt.

D a s D r a c h e n b l u t. Die grösste Menge des Drachenblutes des Handels wird aus den Früchten von Calamus Draco gewonnen. Es besitzt eine rothe Farbe und findet in der Firnissfabrikation Verwendung.

Die Copale. Ich bin im Besitze zahlreicher Copalsorten aus den verschiedensten Gegenden. Alle Copale sind Harze von bernsteinartigem Aussehen, und sie werden heute aus Ostafrika, Westafrika, Südamerika und Neuseeland in grosser Menge importirt, da sie sehr hervorragende Bedeutung für die Lack- und Firnissfabrikation besitzen. Die meisten Copale werden im Boden gefunden; sie sind, wie der Bernstein, Producte ausgestorbener Pflanzenformen. Es giebt aber auch Copale, deren Stammpflanzen noch jetzt vorhanden sind.

Das japanische Wachs. Dieser Rohstoff wird durch Auspressen aus den Samen von Rhus succedanea gewonnen. Das Material gleicht dem Bienenwachs im Aussehen im hohen Grade und theilt mit diesem auch seine Verwendung.

Die Pflanzenfette. Die Pflanzenfette treten in den Zellen entweder im Zellsaft suspendirt oder mit Eiweissstoffen gemischt auf. Als eine der wichtigsten fettliefernden Pflanzen ist Elaeis guinensis zu erwähnen, eine Palme, die aus dem westlichen Africa stammt. Dieser herrliche, manchen Eingeborenen Afrikas heilige Baum erreicht eine Höhe von 30′. In einem einzigen der grossen Fruchtstände unserer Pflanze sind oft 700 Früchte vereinigt. Dieselben besitzen im frischen Zustande eine orangerothe Farbe. Man benutzt sie zur Gewinnung des Palmöls, das heute vielfache Verwendung findet. In neuerer Zeit werden auch die Samen der Oelpalme in grossen Quatitäten nach Europa gebracht; man scheidet aus ihrem Gewebe das sogen. Palmkernöl ab. Als eine der nützlichsten Pflanzen, die es überhaupt giebt, ist die Cocospalme anzusehen. Sie gedeiht in den Tropengegenden aller Welttheile, ist aber stets eine Küstenbewohnerin. Stamm, Blätter sowie Früchte der Cocospalme finden vielfache Verwendung, und aus dem Endosperm der Samen, das im getrockneten Zustande unter dem Namen „Copra“ oder „Copperah“ in den Handel kommt, scheidet man ein viel benutztes Fett ab. Weiter kommen für uns als fettliefernde Gewächse besonders die Sesamumarten in Betracht, ferner die Erdnuss (Arachis hypogaea), deren Früchte merkwürdigerweise im Boden reifen und deren Samen 40—50 % Fett enthalten. Nicht zu vergessen ist endlich die Olive (Olea europaea), eine Pflanze, welche bereits im südlichen Europa vortrefflich gedeiht.

Die Fasern. Die wichtigste Faser ist die Baumwolle, welche überhaupt als die wichtigste Waare des Welthandels ange-

sehen werden muss. Der Werth der heute in einem Jahre producirten Baumwolle beläuft sich auf 1800—1900 Millionen M. Die Baumwolle besteht aus den Samenhaaren verschiedener Gossypiumspecies, welche zumal in den südlicheren der vereinigten Staaten von Nordamerika, in Ostindien und Aegypten angebaut werden. Die Jute stellt die Bastfaser verschiedener Corchorusarten dar, Gewächsen, die zu den Tiliaceen gehören. In neuerer Zeit ist es gelungen, die Jutefaser, abgesehen von anderen Geweben, auch zur Herstellung von Juteplüsch zu verwenden. Ferner sind hier namentlich zu nennen: Der neuseeländische Flachs von Phormium tenax, die Aloëfaser, die Musafaser (Manilahanf), die Cocosnussfaser, die Tillandsiafaser von Tillandsia usneoides, einer höchst merkwürdigen Bromeliacee, und die Espartofaser.

Die Hölzer. Unter den Farbhölzern spielt das Blauholz oder Campecheholz von Haematoxylon campechianum eine wichtige Rolle. Das Rothholz, zu dem in erster Linie das Fernambukholz von Caesalpinia echinata gehört, stammt aus Südamerika. Der Splint des genannten Baumes ist von gewöhnlicher Holzfarbe; das Kernholz erscheint aber tief roth gefärbt. Zu den Rothhölzern gehören noch das Sappanholz sowie das schöne Amarantholz. Auch das rothe Sandelholz von Pterocarpus santalinus ist hier zu nennen. Abgesehen von den Farbhölzern verdienen besondere Beachtung das Buchsbaum- sowie Palisanderholz und das Ebenholz von verschiedenen Diospyrosarten.

Die Stärkearten. Die Stärke wird durch Assimilation in den Chlorophyllkörpern gebildet. Sie bleibt aber keineswegs in denselben liegen, sondern wird theils direct in den Assimilationsorganen selbst oder in anderen Pflanzentheilen verbraucht, theils als Reservestoff in dem Endosperm respect. den Cotyledonen der Samen oder in Knollen, Rhizomen etc. abgelagert. Die Reservestoffbehälter der Pflanzen sind daher oft sehr reich an Stärke und dienen zur Gewinnung derselben. So wird die Reis- und Maisstärke aus dem Endosperm der Reis- und Maiskörner abgeschieden. Zur Darstellung des westindischen Arrow-roots dienen die Knollen einiger Marantaspecies, und den Sago liefern mehrere Palmen, aus deren Stammmarke die Stärke zu gewinnen ist.

Der Kaffee. Die Kaffeebohnen sind die Samen von Coffea arabica und Coffea liberica. Erstere Pflanze, welche von viel grösserer Bedeutung als letztere ist, stammt aus der abessinischen

Landschaft Kaffa und aus Sudan, wird aber jetzt in vielen anderen Ländern cultivirt. Die Frucht des Kaffeebaumes stellt eine Beere dar, und die Samen sind je nach ihrer Herkunft, nach der zu ihrer Erzeugung in Anwendung gebrachten Culturmethode etc. von sehr verschiedener Gestalt, Grösse und Farbe. Ich bin im Besitze von mehr als 30 Kaffebohnensorten. Als vorzüglichste Kaffeesorte gilt der Mokkakaffee (sehr kleine Bohnen), der aber nur sehr selten nach Europa kommt. Bedeutende Kaffeemengen produciren Ostindien sowie Brasilien, und im Ganzen beläuft sich die Kaffeeproduction auf 500—600 Millionen Kilo.

Der Thee. Der Theestrauch, Thea chinensis, dessen Heimath nicht ganz sicher bekannt ist, wird zumal in China, Japan, Indien und auf Java cultivirt. Je nach der Methode des Trocknens der Blätter unterscheidet man grüne und schwarze Theesorten. Die ersteren sind keineswegs geringwerthiger als die letzteren; vielmehr giebt es vortrefflichen grünen Thee. Die gesammte Theemenge, welche gegenwärtig ausserhalb Asiens verbraucht wird, beläuft sich auf 170.6 Millionen Kilo.

Der Zucker. Das Zuckerrohr (Saccharum officinarum) erreicht eine Höhe von 3—6 M. Seine Heimath ist Ostindien, es ist aber innerhalb der Wendekreise durch die Cultur weit verbreitet. Der aus dem Zuckerrohr ausgepresste Saft dient zur Gewinnung des Zuckers.

Der Ingwer. Die Ingwerpflanze (Zingiber officinale) stammt aus Südasien. Die Wurzelstöcke der Pflanze stellen den Ingwer dar.

Die Gewürznelken. Die Stammpflanze derselben, Caryophyllus aromaticus, gehört zu der Familie der Myrtaceen und stammt von den Molukken. Die noch nicht entfalteten Blüthenknospen des in Rede stehenden Baumes sind die Gewürznelken.

Der Indigo. Indigo liefern verschiedene Indigoferaarten, Pflanzen aus der Familie der Papilionaceen. Der Farbstoff ist nicht fertig gebildet in den Pflanzensäften vorhanden, sondern scheidet sich erst aus ihnen ab, wenn sie einige Zeit lang mit der Luft in Berührung gewesen sind. Hamburg importirt allein jährlich etwa 300 000 Kilo Indigo.

Discussion: Herr Müller.

3) Herr Abbe berichtete

Ueber Neue Mikroskope.

Seit dem Jahre 1881 haben Dr. Schott in Jena und der Verf., mit thätiger Unterstützung der Inhaber der hiesigen optischen Werkstätte von C. Zeiss, fortgesetzt Versuche behufs Verbesserung des optischen Glases unternommen, deren Ergebniss die Darstellung neuer Glasarten für den Gebrauch der Optiker gewesen ist.

Durch spectrometrische Untersuchung von zahlreichen Probeschmelzungen, die mit den verschiedensten chemischen Elementen systematisch dargestellt worden sind, wurde die Abhängigkeit der optischen Eigenschaften der amorph erstarrenden (glasartigen) Schmelzverbindungen von ihrer chemischen Zusammensetzung genauer erforscht und auf Grund der gewonnenen Ergebnisse wurden alsdann geeignete Synthesen ausgearbeitet, vermittelst welcher sich bestimmte, für die Anwendung erwünschte optische Eigenschaften des Glases herbeiführen lassen.

Auf diesem Wege ist es gelungen, unter Verwendung einer viel grösseren Anzahl von chemischen Elementen, als bisher in der Glasfabrikation benutzt wurden, im Besonderen durch Anwendung der Phosphorsäure und der Borsäure als Grundbestandtheilen von Glasflüssen, neben der früher allein benutzten Kieselsäure, namentlich zwei bisher unerfüllt gebliebene Desiderate der practischen Optik zu erfüllen: erstens, Crown- und Flintglas darzustellen, bei welchem die Dispersion in den verschiedenen Regionen des Spectrums ein annähernd constantes Verhältniss zeigt, welches also bei achromatischen Combinationen das bisher unvermeidliche secundäre Spectrum ganz, oder fast ganz zu beseitigen gestattet; zweitens, die Reihe der optisch verwendbaren Glasarten in der Art zu erweitern, dass bei gleichem mittleren Brechungsindex die Dispersion, oder bei gleicher Dispersion der Brechungsindex, in erheblichem Spielraum verschieden erhalten werden kann, im Besondern aber hohe Werthe des Brechungsindex nicht, wie in dem bisherigen Glas, nur in Verbindung mit hoher Dispersion (in Flintglas) sondern auch mit geringen Graden der Dispersion (in Crownglas) zu erhalten sind.

Die regelmässige Darstellung optischen Glases, welches solchen erweiterten Anforderungen entspricht, erscheint für die Zukunft dadurch sicher gestellt, dass mit Unterstützung des Königl. preuss. Unterrichtsministeriums im unmittelbaren Anschluss an die zuvor erwähnten Versuchsarbeiten eine Glasschmelzerei mit fabrikatorischem Betrieb am hiesigen Orte errichtet worden ist (Glastechnisches Laboratorium in Jena), welche inzwischen die Fabrikation aller Arten optischen Glases für den allgemeinen Bedarf eröffnet hat.

Das kürzlich ausgegebene Productions-Verzeichniss dieses Instituts giebt, vorbehaltlich einer späteren vollständigen Veröffentlichung der erlangten Versuchsergebnisse, den Interessenten einstweilen über das Nähere Auskunft.

Die neuen Hilfsmittel, welche hiermit der practischen Optik durch eine von wissenschaftlichen Gesichtspunkten geleitete Weiterbildung der Glasfabrikation zur Verfügung gestellt sind, führen nicht unerhebliche Veränderungen in den Grundlagen für die Behandlung dioptrischer Aufgaben herbei und dürften geeignet sein, auf verschiedenen Gebieten den Bestrebungen zur Vervollkommnung der optischen Werkzeuge Wege zu eröffnen, die bisher verschlossen geblieben sind.

In Bezug auf das Mikroskop ist der Versuch, durch Benutzung jener Hifsmittel Verbesserungen zu gewinnen, seitens der hiesigen optischen Werkstätte von C. Zeiss nach theoretischen und rechnerischen Vorarbeiten des Verf. inzwischen unternommen worden. Ueber den Plan, der diesem Versuch zu Grunde liegt und über die Ergebnisse, zu welchen er geführt hat, soll im Folgenden berichtet werden.

Objective.

Eine zweckmässige Benutzung der neuen Glasflüsse, speciell derjenigen, welche mit Hilfe von Phosphorsäure und Borsäure dargestellt worden sind, neben Silicatgläsern verschiedener Zusammensetzung, kann in Betreff der Objective zwei wichtige Defecte beseitigen, welche, weil sie mit den früher verfügbaren Mitteln durchaus nicht zu heben waren, der weitern Vervollkommnung des Mikroskops bisher unübersteigliche Hindernisse in den Weg gelegt haben.

Die starke Disproportionalität der Farbenzerstreuung in verschiedenen Theilen des Spectrums, welche dem gewöhnlichen Crown- und Flintglas eigen ist, hat bisher eine vollständige Achromasie überhaupt unmöglich gemacht. In den besten Objectiven konnten nicht mehr als zwei verschiedene Farben des Spectrums zu wirklicher Vereinigung gebracht werden; die unvermeidliche Abweichung der übrigen — das sog. secundäre Spectrum — liess immer farbige Zerstreuungskreise von merklicher Ausdehnung und merklicher Lichtintensität übrig. Ausserdem aber war es auch mit dem bis jetzt verfügbaren Glase nicht möglich — wenigstens nicht in practisch durchführbaren Constructionstypen — die sphärische Aberration für mehr als eine Farbe aufzuheben. Alle Objective blieben, wenn auch für die Mitte des Spectrums die sphärische Abweichung möglichst aufgehoben war, doch mit einer sphärischen Untercorrection für das rothe und einer sphärischen Uebercorrection für das blaue und violette Licht behaftet — welcher Defect practisch in die Erscheinung tritt als eine mehr oder minder starke Ungleichheit der chromatischen Correction zwischen der mittleren und der peripherischen Zone des Objectivs.

Beide Defecte wirken vereint dahin, die Strahlenvereinigung in dem vom Objectiv entworfenen Bilde um so unvollkommner zu gestalten, je grösser die Apertur der Objective wird; sie beschränken daher namentlich bei den Objectiven von beträchtlicher Apertur die brauchbaren Vergrösserungen auf die schon mit relativ schwachen Ocularen erreichbaren Ziffern, weil jene Correctionsmängel unter stärkerer Ocular-Vergrösserung störend sichtbar werden; und sie nöthigen zur Anwendung sehr kurzer Objectiv-Brennweiten, wenn hohe Vergrösserungen mit befriedigender Bildschärfe — also durch schwache Oculare — erreicht werden sollen.

Diese beiden Mängel der Strahlenvereinigung in den bisherigen achromatischen Systemen lassen sich nun mit Hilfe der neuen Glasarten so gut wie vollständig beseitigen.

Erstens kann die secundäre Farbenabweichung gehoben und auf einen practisch unschädlichen Farbenrest tertiären Characters reducirt werden — was bisher noch in keiner Art von optischen Constructionen auch nur annähernd erreicht worden ist;

zweitens lässt sich die chromatische Differenz der suphärische Aberration beseitigen, d. h. die sphärische Abweichung lässt sich

gleichzeitig für zwei verschiedene Farben des Spectrums (und damit practisch so gut wie für alle Farben) vollständig corrigiren.

Der letzteren Forderung ist bisher nur bei Fernrohrobjectiven, für welche Gauss sie zuerst formulirt hat, einige Male genügt worden, jedoch ohne dass hierdurch — mangels einer gleichzeitigen Beseitigung der secundären Farbenabweichung — ein besonderer Gewinn erzielt worden wäre.

Die Erfüllung der ersteren Bedingung hängt davon ab, dass Glaspaare verfügbar sind, in welchen die sogen. relative Dispersion — der Quotient $\frac{\Delta n}{n-1}$ — beträchtlich verschieden, das Verhältniss der partiellen Dispersion zwischen den verschiedenen Abschnitten des Spectrums aber wenigstens annähernd gleich ist, oder umgekehrt jener Quotient gleich und dieses Verhältniss verschieden. Dieses ist durchaus Sache der chemischen Constitution der Glasflüsse. Die Eingangs erwähnten Experimentaluntersuchungen über den Einfluss der chemischen Zusammensetzung auf die optischen Eigenschaften haben festgestellt, dass innerhalb der Reihe der Silicatgläser einer solchen Anforderung überhaupt nicht zu genügen ist, wohl aber, wenn Phosphate und Borate combinirt zur Anwendung gebracht werden, erstere als Ersatz für Crownglas, letztere für Flintglas. Das angezogene Productionsverzeichniss des hiesigen Glastechnischen Laboratoriums führt von einer Anzahl derartiger Glasflüsse die Resultate der spectrometrischen Messung auf und bietet damit die erforderlichen Unterlagen für die Verwendung dieser Gläser zu dem in Rede stehenden Zweck nach den gebräuchlichen Methoden zur rechnerischen Bestimmung der Farbenzerstreuung in optischen Systemen.

Die andere, auf die sphärische Aberration bezügliche Forderung involvirt bei Systemen von so grosser Apertur, wie beim Mikroskop in Frage kommt, die Berücksichtigung sehr verwickelter Relationen zwischen den einzelnen Elementen der Systeme, welche die Theorien der Dioptrik bis jetzt keineswegs in allgemeiner Form dargelegt haben. Soweit Verf. zur Zeit die Frage übersehen kann, hängt die Ausgleichung der in Betracht stehenden Aberrationsdifferenzen durchweg ab von einer sehr starken Anhäufung sphärischer Abweichung in einem Theil des Systems und deren Compensation durch gleich starke entgegengesetzte Abweichungen in einem andern Theil. Für die richtige Balancirung solcher absichtlich herbeizuführender Anhäufungen erscheint aber die Möglich-

keit einer Abstufung des Brechungsindex unabhängig von der Dispersion, wie solche durch die neuen Glasarten dargeboten wird, als ein unentbehrliches Hilfsmittel.

Wie die theoretische Discussion der Abbildungsbedingungen mit Sicherheit voraussehen liess, und der Erfolg bei den inzwischen ausgeführten Objectiven practisch bestätigt, führt die gleichzeitige Erfüllung beider Anforderungen zu einer wesentlich vollkommeneren Lichtconcentration in den von solchen Objectiven entworfenen Bildern. Diese wird — ganz abgesehen von der ungewohnten Farbenreinheit der Bilder, die selbst bei ganz schiefer Beleuchtung fast ebenso vollkommen wie bei centraler Beleuchtung fortbesteht — besonders darin kenntlich, dass jene Bilder die weitere Vergrösserung durch sehr starke Oculare vertragen, ohne dass Unschärfe und der mit solcher stets verbundene Eindruck des Lichtmangels zur Geltung kommt, wofern nur die technische Vollendung der Construction mit der Verfeinerung der optischen Wirkung genügend Schritt hält.

Da nach dem Gesagten die Bedingung für diese Eigenschaften der in Betracht stehenden Objective, und zugleich unter dem dioptrischen Gesichtspunkt ihr unterscheidendes Merkmal, in der Beseitigung solcher Fehler der Strahlenvereinigung liegt, welche, obwohl sie zum Theil den Character sphärischer Aberrationen tragen, sämmtlich in dem ungleichen Verhalten verschiedenfarbiger Strahlen wurzeln, und da die Aufhebung dieser Fehler thatsächlich eine Achromasie von höherer Ordnung, als bisher erreichbar war, begründet, so mögen die Objective dieses Systems zur Unterscheidung von den achromatischen Linsen im Sinne des bisherigen Begriffes, als apochromatische Objective und Apochromate bezeichnet werden.

Die practischen Vortheile, welche eine solche Verbesserung herbeiführt, bestehen in Folgendem:

Erstens kommt jetzt erst die Apertur der Objective mit ihrem vollen Betrag zur Geltung, während bei den bisherigen Objectiven von einigermaassen beträchtlicher Apertur die unvermeidlichen Mängel der Strahlenvereinigung ein genaues Zusammenwirken der äussersten Randzone mit den centralen Theilen der Oeffnung in erheblichem Grade beeinträchtigen, und deshalb niemals diejenige Höhe des Abbildungsvermögens wirklich zu Stande kommen lassen, welche der vorhandenen Apertur theoretisch zu-

kommt. Practisch verhalten sich also solche Objective so wie entsprechende Objective gewöhnlicher Art von merklich grösserer Apertur. So entwirft z. B. ein Trockenobjectiv, dessen Apertur nicht nennenswerth grösser ist als diejenige der jetzt gebräuchlichen stärkeren Trockensysteme, von Pleuros. angulatum bei centraler Beleuchtung ein Bild, welches in der Klarheit und Bestimmtheit der Zeichnung von dem Bilde guter Wasser-Immersionslinsen der bisherigen Art kaum zu unterscheiden ist. Die Wasserimmersion aber darf, nach entsprechenden Beobachtungen, hinsichtlich der optischen Leistung als der bisherigen homogenen Immersion mindestens ebenbürtig hingestellt werden, abgesehen von dem practischen Vorzug der letzteren, die Deckglascorrection entbehrlich zu machen. — Der Vorsprung kommt namentlich zur Geltung bei Beleuchtung mit breitem centralen Lichtkegel, wie ihn der Beleuchtungsapparat mit weitem Diaphragma liefert.

Zweitens wird, da bei den neuen Objectiven das Hinderniss beseitigt ist, welches bisher einer beträchtlicheren Steigerung der Vergrösserung durch die Oculare im Wege stand, die stärkste Vergrösserung, welche bei einer gegebenen Apertur jeweilig in Frage kommen kann, schon mit einem Objectiv von relativ langer Brennweite erreicht, und es werden demnach die bis dahin erforderlichen sehr kurzen Brennweiten überhaupt überflüssig.

Nach Versuchen, über welche der Verf. früher berichtet hat[1]), wird auch mit den besten Objectiven der ältern Art bei grossen Aperturen die Grenze einer vollkommen befriedigenden und für schwierigere Beobachtungen ausreichenden Bildschärfe erreicht, wenn die Uebervergrösserung eine 4—6fache wird, d. h. wenn durch Tubus und Ocular die Gesammtvergrösserung das 4—6fache von derjenigen Vergrösserung erreicht, welche das Objectiv für sich, ohne Ocular — wie eine Lupe benutzt — liefern würde. Um unter diesen Umständen eine Vergrösserung von 1200 — z. B. bei einem Objectiv für homogene Immersion — unter günstigen Bedingungen zu erhalten, benöthigt man also eines Objectivs, dessen eigene Vergrösserung schon 200 sein muss, dessen Brennweite mithin nur $\frac{250}{200} = 1.25$ mm sein darf. Dem gegenüber stellt sich nun nach zahlreichen und sorgfältig ausgeführten Vergleichungen bei den in Rede stehenden apochromatischen Objectiven das Maass

1) On the relation of Aperture and Power etc. Journ. of the R. Microscop. Society, 1883, Ser. II. Vol. III. p. 803 u. f.

der zulässigen Uebervergrösserung auch bei den grössten Aperturen auf mindestens 12—15, bei den mittleren und schwächeren Objectiven aber noch beträchtlich höher. Eine Gesammtvergrösserung von 1200 erfordert also jetzt keine stärkere Objectiv-Vergrösserung als 80—100, womit gesagt ist, dass ein Objectiv von 3.0 bis 2.5 mm Brennweite hinsichtlich der nutzbaren Vergrösserungen nunmehr unter Zuhilfenahme stärkerer Oculare [1]) dasselbe leisten kann, was vorher nur durch eine Brennweite von 1.25 mm zu erreichen war.

Wenn selbst wenig Werth darauf zu legen wäre, dass die Unbequemlichkeit beseitigt wird, welche dem Gebrauch der Objective von sehr kurzer Brennweite unvermeidlich anhaftet, so wird doch ein wesentlicher Gewinn jedenfalls erreicht: dass der Spielraum der Anwendung für jedes einzelne Objectiv ganz erheblich sich erweitert, weil eine Reihe sehr verschiedener Vergrösserungen blos durch Wechseln des Oculars durchlaufen werden kann. Es leuchtet ein, dass ein Objectiv von 3 mm Brennweite, wenn es befähigt ist, mittels geeigneten stärkern Oculars eine scharfe Vergrösserung von 1200—1500 zu gewähren, in genannter

1) Angesichts der noch sehr verbreiteten Meinung, dass die Anwendung starker Oculare *an sich* unvortheilhaft sei — dass diese Lichtmangel herbeiführten und dass man desshalb für höhere Vergrösserungen grundsätzlich Objective von kurzer Brennweite und schwache Oculare fordern müsse — dürfte es nicht überflüssig sein, darauf hinzuweisen, dass eine solche Ansicht weder optisch sich rechtfertigen lässt, noch einer richtig gedeuteten Erfahrung entspricht, sondern aus einer unberechtigten Verallgemeinerung gewisser Beobachtungen entsprungen ist. Die starken Oculare geben dann „dunkle" Bilder, wenn durch ihre Anwendung überhaupt *zu hohe* (leere) Vergrösserung herbeigeführt wird, d. h. wenn die Gesammtvergrösserung über diejenige Ziffer hinaus sich steigert, bei welcher der Inhalt des Bildes, wie er durch die Apertur des Objectivs sich bestimmt, für das Auge erschöpft ist; und ausserdem dann, wenn die Strahlenvereinigung durch das Objectiv zu unvollkommen ist, um die betreffende Vergrösserung zu vertragen, ohne dass die Fehler sichtbar werden. Wenn weder der eine noch der andere Fall vorliegt, ist es auch für den subjectiven Eindruck der Helligkeit durchaus gleichgiltig, ob die betreffende Vergrösserung durch ein starkes Objectiv mit einem schwachen Ocular oder durch ein schwächeres Objectiv *von gleicher Apertur* mit einem stärkeren Ocular erzielt worden ist. Die objective Lichtstärke des Bildes aber hängt in jedem Falle nur von der Apertur und der Gesammtvergrösserung ab, gleichgiltig wie die letztere durch Brennweite des Objectivs, Tubuslänge und Brennweite des Oculars sich bestimmt.

Beziehung mehr bietet als ein Objectiv mit der bisher erforderlichen viel kürzern Brennweite, weil jenes zugleich die Leistung eines mittleren Objectivs mit in sich begreift, wenn man die schwachen Oculare in Anschlag bringt.

Drittens endlich dürfte die Verwirklichung einer Achromasie von höherer Ordnung bei den Mikroskopobjectiven eine besondere Bedeutung hinsichtlich der Mikrophotographie gewinnen, weil die Correctionsdefecte der gewöhnlichen achromatischen Systeme hier in noch höherem Grade störend eingreifen müssen als bei der Ocularbeobachtung. Nicht nur entspringt aus ihnen eine beträchtliche Focusdifferenz zwischen den optisch und den chemisch wirksamen Strahlen, durch welche schon die Einstellung auf den richtigen photographischen Focus durchaus problematisch wird; es bleibt auch, da die sphärische Correction des Objectivs nur für das hellere sichtbare Licht sicher bewirkt werden kann, für die dem violetten Ende des Spectrums nahe liegenden chemischen Strahlen stets eine starke sphärische Uebercorrection bestehen, vermöge welcher im photographischen Bild eine gleich vollkommene Strahlenvereinigung wie bei der Ocularbeobachtung überhaupt nicht zu Stande kommt. Beide Fehler sind in den apochromatischen Objectiven beseitigt — der erste durch die Aufhebung der secundären Farbenabweichung, der letztere durch die Herstellung einer übereinstimmenden sphärischen Correction für alle Farben. Die Objective dieser Art bieten also erst eine Gewähr dafür, dass das beste chemische Bild in derselben Ebene auftritt, in welcher das beste optische Bild gefunden wird, und dass zugleich jenes mit der gleichen Bildschärfe wirksam ist, mit welcher die Netzhaut das letztere wahrnimmt.

Nach der Theorie müsste die photographische Fixirung des Mikroskopbildes vor der Ocularbeobachtung einen nicht unerheblichen Vorsprung zeigen, wegen der wesentlich kürzeren Wellenlänge der im ersteren Falle wirksamen Lichtstrahlen; es müssten die Objective beim Photographiren den Effect einer im Verhältniss von beiläufig 4 : 3 vergrösserten Apertur im Vergleich mit der Ocularbeobachtung zeigen. Wenn bisher, wie es scheint, von einem solchen Vorsprung in der Praxis nichts bemerkt worden ist, so liegt es nach dem Gesagten nahe, dieses daraus zu erklären, dass die Bilder der chemisch wirksamen Strahlen im Punkt der Lichtconcentration immer wesentlich unvollkommener geblieben sind als die sichtbaren Bilder, und dass dieser Mangel den Vortheil der kürzeren Wellenlänge wieder ausgeglichen hat. Die Erfahrungen, welche inzwischen mit einigen nach dem neuen

Correctionsprincip ausgeführten Objectiven gewonnen wurden, geben nun in der That der Erwartung Raum, dass die theoretisch vorauszusetzende Ueberlegenheit der photographischen Beobachtung in Zukunft noch zur Geltung kommen wird.

Die vorstehend bezeichneten Zielpunkte für die Vervollkommnung der Objective, sowie die Voraussetzungen für ihre practische Durchführung sind vom Verf. schon vor Jahren dargelegt worden [1]). Derselbe hat auch gelegentlich berichtet über Versuchs-Objective, die — unter Benutzung stark brechender Flüssigkeiten in Form von Einschlusslinsen in Systemen — schon im Jahre 1873 in der Zeiss'schen Werkstätte ausgeführt worden sind [2]), um die Richtigkeit jener Ansichten practisch auf die Probe zu stellen, und — nach den damals gebrauchten Worten — „einen Ausblick auf die Mikroskope der Zukunft zu gewinnen". — Insoweit also bieten die in Betracht stehenden Constructionen nicht mehr als die endliche Verwirklichung eines Planes zur Verbesserung des Mikroskopes, der in der hiesigen Werkstätte seit Jahren vorbereitet ist, der aber so lange in suspenso gelassen werden musste, als die Glastechnik die erforderliche Mithilfe nicht zu leisten vermochte.

Die Durcharbeitung dieses Planes in neuerer Zeit hat aber noch auf einen weitern Vortheil hingewiesen, der, obwohl nebensächlicher Art, immerhin als eine erwünschte Verbesserung erscheinen wird. Bei allen Objectiven von beträchtlicher Apertur — bei welchen die Frontlinse nicht für sich achromatisch gemacht werden kann — bleibt, auch wenn die Farbenabweichung auf der Axe (also für die Mitte des Sehfeldes) möglichst vollkommen corrigirt ist, eine nicht unerhebliche Verschiedenheit der Vergrösserung für verschiedene Farben (Verschiedenheit der Brennweite des Objectivs für verschiedene Farben bei übereinstimmender Lage des vorderen Brennpunktes) bestehen, welche Anlass gibt zu merklichen Farbenabweichungen ausserhalb der Mitte des Sehfeldes, die nach dem Rande desselben als deutliche Farbensäume auftreten. (Das durch die blauen und violetten Strahlen entworfene Bild ist grösser als das von den rothen

---

1) Bericht über die wissensch. Apparate auf der Londoner internationalen Ausstellung i. J. 1876, herausg. v. A. W. Hofmann. Braunschweig 1878, p. 415—420.

2) On new methods for improving spherical correction etc. Journ. of the R. Microscop. Soc. Vol. II, 1879, p. 815—817.

und gelben erzeugte, deckt letzteres in der Mitte, greift aber nach dem Rande hin mehr und mehr über dasselbe hinaus).

Dieser Defect der Vergrösserung lässt sich zwar auch in den apochromatischen Systemen nicht beseitigen, ausser durch ganz unvortheilhafte Constructionen; während er aber bei den gewöhnlichen achromatischen Objectiven noch der weiteren Complication unterliegt, dass der Grad jener farbigen Vergrösserungsdifferenz sehr ungleich wird für die centralen und die peripherischen Theile der Objectiv-Oeffnung, behält er bei den apochromatischen annähernd gleiche Grösse für alle Theile der Oeffnung und gestattet in Folge dessen nunmehr eine Correction durch die Oculare.

Es ist zu dem Zwecke nur nöthig, die Oculare so einzurichten, dass sie selbst mit einer entsprechend grossen aber entgegengesetzten Differenz der Vergrösserung (oder der Brennweite) für verschiedene Farben behaftet sind, also Oculare in Anwendung zu bringen, die in bestimmtem Grade unachromatisch sind. Die Durchführung eines solchen Planes erfordert aber natürlich, wenn die nämlichen Oculare für verschiedene Objective geeignet sein sollen — was selbstverständlich verlangt werden muss — dass in sämmtlichen Objectiven jene Differenz der farbigen Vergrösserung auf annähernd gleichen Betrag abgeglichen sei. Dieses nöthigt dazu, bei den Objectiven von kleiner Apertur, bei welchen jene Abweichung leicht vermeidlich und deshalb auch jetzt der Regel nach nicht vorhanden ist, einen solchen Defect nun absichtlich einzuführen, gerade in derjenigen Grösse, in welcher er bei den grossen Aperturen unvermeidlich ist.

Der Erfolg dieser Neuerung besteht darin, dass nunmehr auch die Objective von relativ grosser Apertur im ganzen Umfange des Sehfeldes sehr farbenreine Bilder gestatten, ohne dass dieses Zweckes wegen ihre Construction verwickelter zu werden braucht.

Hinsichtlich der Darstellung einer den verschiedenen practischen Bedürfnissen genügenden Reihe von Objectiven nach dem zuvor characterisirten Correctionsmodus bleiben durchaus die Gesichtspunkte in Geltung, welche Verf. früher, mit Bezug auf die damals bestehenden Constructionsbedingungen, entwickelt hat[1]). Den veränderten Umständen in Betreff des erreichbaren Grades

1) Journal of the R. Microscop. Soc. 1882 und 83. Ser. II, Vol. II, p. 460 u. f., Vol. III, p. 790 u. f.

der Strahlenvereinigung ist durch Modification der dort eingeführten Zahlenangaben ohne Weiteres Rechnung zu tragen.

Als Ausgangspunkt ist für jede Construction die numerische Apertur zu wählen, die in dem Verhältniss der freien Oeffnung des Objectivs zu seiner Brennweite ihren anschaulichen Ausdruck findet. Die obere Grenze für dieses Element ist bei jeder Classe von Objectiven — Trockensystem, Wasserimmersion, homogene Immersion — fast unveränderlich bestimmt durch das theoretisch mögliche Maximum; im Uebrigen aber bleibt die Festsetzung eines für bestimmte Zwecke angemessenen Betrages der freien Wahl überlassen. Ist die Apertur einmal festgesetzt, so bestimmt sich dadurch zunächst der Typus der Zusammensetzung des Linsensystems im Allgemeinen und dann weiter auch die Wahl der einzelnen Constructionselemente, durch welche den verschiedenartigen Correctionsbedingungen Genüge zu leisten ist; offen bleibt nur noch die Brennweite, mit welcher die betreffende Apertur dargestellt werden soll, also der Maassstab der Construction, oder die absoluten Dimensionen, in welchen das System auszuführen ist.

Die Entscheidung über die Brennweite oder den Maassstab wird nun für eine rationelle Construction durch folgende Richtschnur geleitet sein.

Mit der Apertur sind nach bekannten und jetzt allgemein angenommenen Sätzen die linearen Maasse des kleinsten Details in den Objecten bestimmt, welches vermöge dieser Apertur noch zur Abbildung gelangen kann; die Maasse lassen sich für jede Apertur in grosser Annäherung numerisch angeben [1]).

Erfordert wird nun, dass auch dieses kleinste im Bilde wiedergegebene Detail dem Auge unter einem für die deutliche Wahrnehmung ausreichenden Sehwinkel dargestellt werde, für dessen Bestimmung bekannte Erfahrungen die nöthigen Anhaltspunkte bieten. Aus diesen beiden Daten: absolute Grösse des kleinsten Abbildbaren in den Objecten und erforderlicher Sehwinkel im Bild, folgt sofort der Minimalwerth der Vergrösserungen, welche ein Mikroskop mit der betreffenden Apertur gewähren muss, wenn diese Apertur vollständig ausgenutzt werden soll. Andererseits aber giebt die Erwägung, dass eine Vergrösserung der Sehwinkel über ein gewisses geringes Vielfaches der zum deutlichen Sehen erforderlichen Werthe auf leere Vergrösserungen führt, die für keinerlei Zwecke mehr Vortheil bringen, auch sofort den

1) Vol. II, l. c. p. 463.

Maximalwerth, welchen die Gesammtvergrösserung des Mikroskops bei jener Apertur nicht zu überschreiten braucht. Man erhält auf diese Weise also den Spielraum der nutzbaren Vergrösserungen, auf welche ein Objectiv von bestimmter Apertur eingerichtet sein muss.

Welche Brennweite nun dem Objectiv gegeben werden muss, damit durch Vermittelung der Oculare die Vergrösserung des Mikroskops innerhalb der so gefundenen Grenzen vortheilhaft variirt werden könne, hängt durchaus ab von der Entscheidung darüber: welcher Theil von der verlangten Gesammtvergrösserung des Mikroskops in die Oculare gelegt werden darf.

Eine Beschränkung hierin aus optischen Gründen würde überhaupt nicht bestehen, wenn die Lichtconcentration in dem vom Objectiv entworfenen Bild absolut vollkommen gemacht werden könnte. Die Vertheilung der Gesammtvergrösserung zwischen Objectiv- und Ocularwirkung würde in diesem Falle hinsichtlich des optischen Effects durchaus gleichgiltig bleiben. Die Beschränkung tritt aber ein in Folge der unvermeidlichen Mängel der Strahlenvereinigung, welche bedingt sind theils durch uncorrigirte Aberrationsreste in den Objectiven, theils durch Defecte ihrer technischen Ausführung, welche natürlich keine Kunst vollkommen auszuschliessen vermag. Beide Ursachen bewirken, dass an Stelle scharfer Bildpunkte in dem vom Objectiv entworfenen Bild Zerstreuungskreise von kleinerem oder grösserem Durchmesser auftreten, welche mit wachsender Ocular-Vergrösserung dem Auge unter immer grösserem Sehwinkel sichtbar werden und demgemäss die Schärfe und Bestimmtheit des Bildes mehr und mehr beeinträchtigen. In Rücksicht auf diese Umstände tritt daher die Frage ein: bis zu welchem Grade dürfen die erforderlichen nutzbaren Vergrösserungen durch die Ocularwirkung hervorgebracht werden, ohne dass im Bild die Zerstreuungskreise sichtbar werden.

Die aus den Mängeln der Strahlenvereinigung entspringenden Zerstreuungskreise sind in ihrer absoluten Grösse, auf die Maasse des abgebildeten Objectes reducirt, bei Objectiven von je gleichem Constructionstypus und gleicher Vollkommenheit der technischen Ausführung, direct proportional der Brennweite des Objectivs. Hieraus lässt sich ableiten, dass die Sehwinkel, unter welchen sie mit einer bestimmten Gesammtvergrösserung des Mikroskops dem Auge sichtbar werden, bei sonst gleichartigen Objectiven umgekehrt proportional sein müssen dem Ver-

hältniss zwischen der Brennweite des ganzen Mikroskops bei dieser Vergrösserung zur Brennweite des Objectivs, oder direct proportional dem Verhältniss zwischen jener Gesammtvergrösserung (N) und der Vergrösserung (n), welche das Objectiv für sich, ohne Ocular, gewähren würde. Dieses Verhältniss $\frac{N}{n}$, welches die durch das Ocular allein herbeigeführte Vergrösserung kennzeichnet, bestimmt demnach bei Objectiven von je gleichem Vollkommenheitsgrad die Sichtbarkeit der Zerstreuungskreise in der Art, dass für jeden Vollkommenheitsgrad ein bestimmter Werth dieses Verhältnisses existirt, von welchem ab die Mängel der Strahlenvereinigung im Bild die Schwelle der deutlichen Wahrnehmung überschreiten.

Wenn dieser kritische Werth der Uebervergrösserung für irgend eine Classe von Objectiven ermittelt ist, so ergiebt sich sofort die Brennweite, die einem Objectiv gegeben werden muss, damit die vorher bestimmten, der Apertur entsprechenden nutzbaren Vergrösserungen unter günstigen Verhältnissen — d. h. ohne störendes Hervortreten der Abbildungsdefecte — erzielt werden können. Denn ist der zulässige Werth der Ocular-Vergrösserung — in dem zuvor erklärten Sinne — durch eine Zahl ν ausgedrückt, während die Gesammtvergrösserung, welche zur Ausnutzung der Apertur erfordert wird, bis zur Zahl N reichen soll, so muss die Eigen-Vergrösserung n des Objectivs den Werth $\frac{N}{\nu}$, die Brennweite also $250.\frac{\nu}{N}$ (mm) betragen, wenn die Vergrösserungsziffern auf den üblichen Bildabstand von 250 mm bezogen sind. — Die Ermittelung der Ocular-Vergrösserung ν, welche Objective von bestimmtem Constructionstypus noch vertragen, ist daher der entscheidende Factor für eine rationelle Anpassung der Brennweiten an die Aperturen.

Die Feststellung dieser Zahl ist wesentlich eine Sache des Experiments und der Erfahrung, da sie nicht allgemeingiltig, sondern nur in Bezug auf je eine bestimmte Art der Correction und einen bestimmten Grad der technischen Vollkommenheit der Objective gegeben werden kann. Jeder Fortschritt in der Richtung auf vollständigere Aufhebung der sphärischen und chromatischen Aberrationen muss naturgemäss eine Verminderung der Zerstreuungskreise im Objectivbild zur Folge haben und demnach durch höhere Werthe der zulässigen Ocularvergrösserung sich kund geben, wofern gleichzeitig die technische Ausführung der Systeme

den entsprechend gesteigerten Anforderungen an die Beseitigung von Form- und Centrirungsfehlern der Linsen Genüge zu leisten vermag.

Wie oben schon erwähnt, vertragen Objective, die mit Hilfe der neuen Glasarten nach den früher bezeichneten Correctionsbedingungen berechnet und mit Aufgebot aller technischen Kunst ausgeführt sind, gemäss den Beobachtungen des Verf. eine Ocularvergrösserung (Ueber-Vergrösserung) von mindestens 12—15 selbst bei der grössten in Betracht kommenden Apertur, ohne dass dabei Defecte der Strahlenvereinigung im Bilde bemerkbar werden. Für die kleineren Aperturen, welche bei den schwächeren Trockensystemen in Anwendung kommen, erreicht die zulässige Ocularvergrösserung aber noch viel höhere Ziffern. Hieraus folgt unter Anwendung der zuvor angegebenen Richtschnur, dass auch die höchsten n u t z b a r e n Vergrösserungen, welche die homogene Immersion gestattet, noch mit einer Eigenvergrösserung des Objectivs von 80—100, also mit einer Brennweite von ca. 3 mm ohne Einbusse in der Vollkommenheit des Bildes erreichbar sein müssen. Beinahe gleiche Brennweite ergiebt sich für die grösste Apertur der Wasserimmersion, und eine Brennweite von etwa 4 mm für die grösste Apertur des Trockensystems.

Dass hiernach bei Objectiven dieser Correctionsweise wesentlich kürzere Brennweiten als 3 mm überhaupt überflüssig werden dürften, wird nach dem Eingangs Gesagten jedenfalls als ein practischer Gewinn anzusehen sein; und es liegt also kein Grund vor, dieser Folgerung nicht Rechnung zu tragen. Hinsichtlich der Trockenlinsen von erheblich kleinerer Apertur als 0.9 aber führt diese theoretische Bestimmung der Brennweiten zum Theil auf so grosse Werthe, dass ihre Anwendung in der Praxis Uebelstände mit sich bringen müsste, weil alsdann namentlich an den Mikroskopen continentalen Modells Oculare von ganz unbequem kurzer Brennweite erforderlich werden würden, um die nutzbaren Vergrösserungen hervorzubringen. Man wird daher in Betreff dieser schwächeren Objective solcher äusseren Rücksichten wegen bei k ü r z e r e n Objectiv-Brennweiten stehen bleiben, als an sich für die betreffenden Aperturen erforderlich wären.

Seitens der optischen Werkstätte von C. Zeiss wird ein Satz von Apochromat-Objectiven ausgeführt, deren Verhältnisse nach den hier angegebenen Gesichtspunkten regulirt sind. Die Aperturen gehen in dieser Reihe von 0.3 bis zu 1.4; in jeder der gebräuchlichen Classen — Trockenlinsen, Wasserimmersion, homogene

Immersion — ist das theoretische Maximum der Apertur bis auf ein Deficit von nur etwa 7⁰/₀ und weniger verwirklicht.

Wie gross oder wie klein der Vortheil sein werde, der dem wissenschaftlichen Gebrauch des Mikroskops aus diesen Neuerungen erwächst, darüber wird natürlich erst eine längere Erfahrung entscheiden können. — In demjenigen Factor, der für die Erweiterung der mikroskopischen Wahrnehmung in letzter Instanz entscheidend ist, der Apertur, können die neuen Hilfsmittel der practischen Optik nichts Wesentliches ändern. Wenn auch eine geringe Vergrösserung der Aperturen erreicht wird, im Vergleich mit denjenigen wenigstens, die bisher bei Objectiven zum regelmässigen Arbeiten vortheilhaft anzuwenden waren, so kann doch dieser Gewinn, als relativ zu gering, eine ausschlaggebende Bedeutung nicht beanspruchen. Ein erheblicher practischer Vortheil kann demnach jedenfalls nur als Folge der inneren Vervollkommnung der Constructionen im Punkte der Strahlenvereinigung erwartet werden. Es wird also Alles darauf ankommen, in welchem Maasse die Eingangs characterisirten sichtbaren Wirkungen dieser Vervollkommnung beim Gebrauch des Mikroskops practisch zur Geltung kommen werden — nämlich die bessere Ausnutzung der Aperturen oder die Verminderung des Deficits zwischen der theoretischen und der thatsächlichen Leistung, welches bisher noch bestanden hat; die grössere Präcision und Bestimmtheit der Wahrnehmung, welche durch die vollkommenere Lichtconcentration ohne Zweifel gewonnen wird; endlich die wesentlich günstigeren Verhältnisse, welche hinsichtlich der Leistungen der Mikrophotographie herbeigeführt sind.

Wie sich hierin das Endresultat aber auch stellen mag, so dürften die hier betrachteten Objectiv-Constructionen unter dem rein optischen Gesichtspunkt ein gewisses Interesse jedenfalls in Anspruch nehmen, in Hinsicht nämlich auf die wesentlich höhere Ordnung der Strahlenvereinigung, die in ihnen verwirklicht wird.

Nach dem Sprachgebrauch der Dioptrik bestimmt sich diese Ordnung durch die Anzahl der nach Einfallsrichtung oder Brechbarkeit verschiedenen Strahlen, welche gemäss den von einem optischen System erfüllten Bedingungen in vollkommener Strenge an einem Punkt der Achse zur Vereinigung gebracht werden.

Nach dieser Anzahl richtet sich der grössere oder geringere Spielraum für die möglichen Abweichungen der übrigen, nicht streng sondern nur annähernd zu vereinigenden Strahlen; nach

ihr bemisst sich daher naturgemäss die geringere oder grössere Vollkommenheit der Strahlenvereinigung überhaupt.

In diesem Sinne repräsentirt eine beliebige einfache Glaslinse auf ihrer Achse eine Strahlenvereinigung erster Ordnung. Die Objetive der heutigen grossen Fernrohre zeigen der Mehrzahl nach eine solche von 3. Ordnung, und nur diejenigen Fernrohre, in welchen entweder der Fraunhofer'sche oder der Gauss'sche Constructionstypus streng durchgeführt ist, erreichen die 4. Ordnung.

Unter den hier betrachteten Mikroskopobjectiven verwirklichen aber diejenigen mit maximaler Apertur in den verschiedenen Classen eine Strahlenvereinigung von nicht weniger als 11. Ordnung, weil die Beseitigung der Farbenabweichung einschliesslich der secundären Abweichung zwei verschiedenartige Strahlen, die Aufhebung der sphärischen Aberration und ihrer chromatischen Differenz bei so grossen Aperturen sechs, und endlich die Herbeiführung gleicher Vergrösserung für die verschiedenen Zonen der freien Oeffnung noch weitere zwei Strahlen streng zu erfüllenden Bedingungen unterwirft. Dem entspricht die exorbitante Grösse der freien Oeffnung, die bei Mikroskopobjectiven in Anwendung kommt, im Vergleich mit den Fernrohrobjectiven. Denn während bei letzteren eine Oeffnung, die nur den 10ten Theil der Brennweite beträgt, schon zu den Ausnahmen gehört, wenigstens bei grösseren Instrumenten, erfordert das heutige Mikroskopobjectiv Oeffnungen, die im Durchmesser das 2.8fache der Brennweite erreichen.

Oculare.

Die Verfolgung der oben entwickelten Richtschnur für die Construction von Objectiven hat naturgemäss Veranlassung geboten, auch in Betreff der Oculare Anforderungen zu stellen, welche bisher noch nicht in Betracht gekommen sind und deren Erfüllung ebenfalls auf mehrere neue Einrichtungen geführt hat. Hinsichtlich dieser sind namentlich die folgenden Rücksichten maassgebend gewesen:

Erstens musste, wenn der auf p. 118 angeführte Vortheil der neuen Objective verwirklicht werden sollte, für die mit ihnen zu verbindenden Oculare die Bedingung eingeführt werden, dass sie zwar hinsichtlich der Vereinigungsweiten der verschiedenfarbigen Strahlen genügend achromatisch seien, hinsichtlich der Vergrösse-

rung aber wie stark übercorrigirte Linsen sich verhalten, und zwar mit einem ganz bestimmten, durch die entsprechende Abweichung der Objective von grosser Apertur vorgezeichneten Grade der Uebercorrection. Die Erfüllung dieser, allerdings ungewöhnlichen Anforderung — welche besagt, dass die Brennweite eines solchen Oculars gerade in entgegengesetztem Sinne wie die Brennweite einer gewöhnlichen unachromatischen Linse für verschiedene Farben verschieden sein müsse — bietet der practischen Optik keine besonderen Schwierigkeiten und ist innerhalb verschiedener Constructionstypen mit bekannten Mitteln zu erreichen. Oculare dieser Art compensiren nun die chromatische Vergrösserungsdifferenz des Objectivbildes, und zwar für die verschiedenen Objective gleichmässig, wenn letztere — wie zuvor bemerkt — sämmtlich auf gleichen Betrag jener Differenz abgeglichen sind. — In Hinblick auf diese Function sind die fraglichen Oculare unter der Benennung Compensations-Oculare eingeführt worden.

Zweitens forderte der Umstand, dass bei den neuen Objectiven hohe Ocularvergrösserungen für den regelmässigen Gebrauch vorzusehen waren, dazu auf, die Einrichtung der stärkeren Oculare erheblich zu verändern, um ihre Anwendung von den Nachtheilen zu befreien, die ihr jetzt anhaften. Die bisher im Gebrauch befindlichen Oculartypen, sowohl der gewöhnliche Huyghensche wie die verschiedenen Formen der achromatischen Oculare, führen, wenn die Brennweite wesentlich unter 25 mm sinkt, auf Augenlinsen von recht kleinem Durchmesser, und ausserdem rückt bei ihnen der Augenpunkt sehr nahe an die Linse heran. Der Beobachter wird hierdurch zu einer unbequemen Annäherung des Auges genöthigt, vor Allem aber ist der Gebrauch der Camera lucida ganz ausgeschlossen. Durch einen von den gebräuchlichen Formen wesentlich abweichenden Constructionstypus für die höheren Nummern der Compensationsoculare ist nun erreicht, dass diese ebenso bequem zu gebrauchen sind, wie die jetzt gangbaren schwachen und mittleren Oculare. Die Augenlinse behält einen reichlich grossen Durchmesser und der Augenpunkt bleibt so weit von der Linse entfernt, dass die Anwendung der Camera lucida keinerlei Hinderniss findet.

Drittens hat das Bestreben, den oben auf p. 113 betonten Vorzug der Objective von relativ grosser Brennweite möglichst zur Geltung zu bringen, Veranlassung geboten, die Reihe der Oculare auch nach dem untern Ende hin über die jetzt gebräuchlichen Grenzen hinaus zu erweitern, um für ein und dasselbe

Objectiv einen sehr weiten Spielraum verschiedener Vergrösserungen verfügbar zu machen. Es sind desshalb namentlich zwei besondere Oculare von ungewöhnlich langer Brennweite eingeführt worden, deren schwächstes an Mikroskopen mit dem continentalen Tubus die Ocularvergrösserung = 1 herbeiführt, d. h. mit jedem Objectiv genau diejenige Vergrösserung liefert, welche das Objectiv ohne jedes Ocular, als Lupe benutzt, gewähren würde. Diese Oculare dürften zweckmässig als „Sucheroculare" zu bezeichnen sein, weil sie weniger zum regelmässigen Beobachten als zur vorläufigen Durchmusterung der Präparate und zum Aufsuchen dienen sollen. Mit Einschluss solcher Sucheroculare gewährt die Reihe der Oculare eine Abstufung der nutzbaren Vergrösserungen für jedes Objectiv in dem Verhältniss von 1 : 18 zwischen der kleinsten und der grössten Ziffer, so dass also z. B. ein Objectiv für homog. Immersion von 3.0 mm Brennweite, welches mit dem stärksten Ocular eine Vergrösserung von 1500 liefert, andererseits mit dem schwächsten auch die geringe Vergrösserung von ca. 80 zur Verfügung stellt.

Im Vorangehenden ist mehrfach Gebrauch gemacht worden von einer Characterisirung der Oculare durch das Verhältniss der ganzen Vergrösserung des Mikroskops zur Vergrösserung des Objectivs. Der Verf. hat diese Methode zur Bestimmung der Ocularwirkung im Mikroskop an anderer Stelle begründet [1]). Bei dieser Gelegenheit aber mag noch auf den Vortheil hingewiesen werden, welchen dieselbe auch für practische Zwecke, nämlich als Grundlage einer rationellen Bezeichnung der Oculare, darbieten kann.

Wenn durch Verbindung von Objectiv und Ocular an einem Mikroskop eine lineare Vergrösserung N, bezogen auf die conventionelle Bildweite l, erreicht wird, so ist damit die Thatsache festgestellt, dass unter diesen Umständen das Mikroskop als Ganzes ein Linsensystem von der Brennweite $f = \frac{l}{N}$ darstellt. Denn für jedes Linsensystem, welches auch seine Zusammensetzung sein mag, ist immer $N = \frac{l}{f}$, und ein bestimmter Werth von N besteht also kraft eines bestimmten Wertes von f. — Will man

1) Journ. of the R. Microsc. Soc. 1883, Ser. II, Vol. III, p. 791 u. f.

nun erfahren, welcher Antheil an der Vergrösserungswirkung des ganzen Mikroskops dem Ocular zukommt, so muss man nothwendiger Weise Dasjenige, was mit dem Ocular vorhanden ist, mit Dem vergleichen, was ohne das Ocular da sein würde. Letzeres aber ist ein Linsensystem (das Objectiv des Mikroskops) mit irgend einer anderen und zwar grösseren Brennweite F. Das Verhältniss zwischen dieser Brennweite und der zuvor betrachteten Brennweite des ganzen Mikroskops kennzeichnet also numerisch die Ocularwirkung im Mikroskop. Dieses Verhältniss ist

$$\frac{F}{f} = \frac{F}{l} \cdot N = \frac{N}{\left(\frac{l}{F}\right)}$$

und da hierin $\frac{l}{F}$ die Vergrösserung n bedeutet, die das Objectiv für sich allein geben würde, so wird man also darauf geführt, die Gesammtvergrösserung des Mikroskops stets zu vergleichen mit der eigenen Vergrösserung des Objectivs, obwohl diese letztere, weil man Mikroskopobjective nicht zugleich als Lupen zu benutzen pflegt, für gewöhnlich nicht zur Anwendung kommt.

Die Vertheilung der Wirkung des ganzen Mikroskops auf Objectiv und Ocular stellt sich also in der Formel dar

$$N = n \,.\, \nu$$

wo ν jenen Quotienten $\frac{F}{f}$, das Maass der Ocularwirkung, ausdrückt.

Wie Verf. gezeigt hat, bestimmt das Verhältniss $\nu = \frac{N}{n}$ zugleich alle Einflüsse, welche hinsichtlich der Beschaffenheit des mikroskopischen Bildes durch Tubus und Ocular ausgeübt werden. Wenn in irgend einem Mikroskop eine Gesammtvergrösserung N erreicht wird, welche die eigene Vergrösserung n des Objectivs z. B. um das 10fache übertrifft — wie wenn z. B. mit einem Objectiv von 5 mm Brennweite, dessen Eigenvergrösserung, in der üblichen Weise bestimmt, also nur 50 ist, die Gesammtvergrösserung 500 wird — so kennzeichnet diese Zahl $\nu = 10$ endgiltig die sämmtlichen optischen Bedingungen, von welchen das Zustandekommen des Bildes unter jenen Umständen abhängt. Im Besonderen ist damit festgestellt, dass alle Abbildungsfehler, die im Objectiv wirksam sind, im schliesslichen Bild genau 10fach vergrössert mitgesehen werden — ganz unabhängig davon, ob diese 10fache Uebervergrösserung durch einen langen Tubus und ein schwaches Ocular, oder umgekehrt, zu Stande gekommen ist.

Es hat nun in der That ein erhebliches practisches Interesse, beim

Gebrauch des Mikroskops gerade über diesen wichtigen Factor immer orientirt zu sein; und solches wird erreicht, wenn die Uebervergrösserungen, welche die verschiedenen Oculare herbeiführen, in deren Bezeichnung direct zum Ausdruck gebracht sind. Man hat dabei noch den weiteren Vortheil, dass die jeweilig vorliegende Gesammtvergrösserung durch Multiplication der Ocularnummer mit der Eigenvergrösserung des Objectivs — die mit dessen Brennweite unmittelbar gegeben ist — sofort erhalten wird.

Aus Anlass der jetzt eingeführten Neu-Constructionen ist die Zeiss'sche Werkstätte in Jena mit einer derartigen Bestimmung und Bezeichnung der Oculare vorangegangen. Jedes Ocular wird nummerirt mit der Ziffer der Uebervergrösserung, die es am Mikroskop hervorbringt, unter Voraussetzung der normalen Tubuslänge, für welche es construirt ist. Angesichts der jetzt herrschenden Verwirrung in der Characterisirung der Oculare dürfte es wohl Vortheil bringen, wenn die Optiker dieses System einer rationellen Bezeichnung allgemein annehmen wollten.

Natürlich kommt in diesem System eine bestimmte Vergrösserungsziffer einem Ocular nur insofern zu, als es mit einer bestimmten Tubuslänge benutzt wird, weil überhaupt die Wirkung eines Oculars nicht von dessen Brennweite allein, sondern ebenso sehr von seinem Abstand vom Objectiv abhängt. — Das oben betrachtete Verhältniss $\frac{N}{n} = \nu$ ist stets durch den Werth des Quotienten $\frac{\Delta}{\varphi}$ bestimmt, wo φ die Brennweite des Oculars und Δ den Abstand seines unteren Brennpunktes vom oberen Brennpunkt des Objectivs — die „optische" Tubuslänge — bedeutet. Ein und dasselbe Ocular ergiebt also andere Ocularvergrösserungen — — wie es überhaupt andere Vergrösserungen ergiebt — je nachdem es mit kürzerem oder längerem Tubus benutzt wird, und zwar in dem Verhältniss andere, als dabei jener Abstand Δ verschieden ist. Derartige Veränderungen — wie sie im Gebrauch des Mikroskops durch gelegentliches Einschieben oder Ausziehen des Tubus herbeigeführt werden — lassen sich ebenso leicht in in ihrem Einfluss auf die Ocularvergrösserung bestimmen wie in ihrem Einfluss auf die Vergrösserung überhaupt. Wenn man weiss, dass die einem Ocular beigelegte Vergrösserung sich auf eine optische Tubuslänge von z. B. 180 mm bezieht, so weiss man auch sofort, das ein Ausziehen des Tubus um 20 mm die Ocularvergrösserung im Verhältniss von 180 : 200 steigern wird. Um allen derartigen Veränderungen Rechnung tragen zu können,

braucht also nur Seitens des Optikers angegeben oder vom Beobachter selbst ermittelt zu werden, wieviel bei der als normal angenommenen Tubuslänge der Abstand zwischen dem oberen Brennpunkt des Objectivs und dem unteren des Oculars beträgt. Wäre aber dieses Datum unbekannt, so könnte man auch die Veränderung der Gesammtvergrösserung des Mikroskops in Folge veränderter Tubuslänge ebensowenig bestimmen.

Hilfsmittel zur Projection.

Um die Vortheile, welche die Apochromat-Objective für die Mikrophotographie bieten können, ungeschmälert zur Geltung gebracht zu sehen, ist schliesslich noch den Einrichtungen zur Projection des Bildes besonderes Augenmerk zugewandt worden.

Die bisher für diesen Zweck gebräuchlichen Methoden sind sämmtlich mit erheblichen Mängeln behaftet. — Das an sich einfachste und scheinbar sicherste Verfahren, das Bild ohne Weiteres direct auf die photographische Platte zu projiciren, führt bei Objectiven von einigermaassen beträchtlicher Apertur stets eine Verschlechterung des Bildes durch sphärische Aberrationen herbei, sobald der Abstand der Platte erheblich grösser genommen wird als die normale Tubuslänge, für welche das Objectiv corrigirt ist. Für grosse Abstände der Platte sind diese durch den veränderten Strahlengang im Objectiv bedingten Aberrationen auch mittelst der Correctionsfassung nicht vollständig zu beseitigen. Die Projection der Bilder mit Hilfe eines Oculars hebt allerdings diese Fehlerquelle auf; die gewöhnlichen Oculare, zumal die unachromatischen, führen aber ihrerseits wieder erhebliche Fehler ein, weil sie namentlich die Focusdifferenz der chemisch wirksamen Strahlen bedeutend steigern. Die Anwendung endlich einer achromatischen Zerstreuungslinse (Amplifier) an Stelle eines Oculars — durch welche bisher die relativ besten Resultate erzielt worden sind — bringt, abgesehen von anderen Uebelständen, umständliche und lästige Manipulationen bei der Einstellung mit sich, wenn gute Correction des Objectivs gewährleistet sein soll.

Die vom Verf. in Ausführung gebrachte Methode, welche diese verschiedenen Nachtheile beseitigt, zielt darauf ab: das Objectivbild ganz unter den gleichen Bedingungen und auch ganz an derselben Stelle des Tubus wie bei der Ocularbeobachtung entwerfen zu lassen und dieses Objectivbild sodann mittelst eines sphärisch

und chromatisch genau corrigirten Linsensystems welches gegen jenes Objectivbild im Tubus beliebig eingestellt' werden kann, auf die Platte (oder einen Schirm) zu projiciren.

Dieses Verfahren schafft volle Sicherheit dafür, dass der für das Auge — eventuell mittelst der Correctionsfassung — hergestellte und erprobte Correctionszustand des Objectivs auch bei der Projection des Bildes ganz ungeändert fortbesteht und dass durch die nachfolgende zweite Abbildung keine neuen Defecte eingeführt werden können, weil das Projections-System so wie das Objectiv selbst corrigirt, im Besonderen auch frei von secundärer Farbenabweichung und der aus ihr entspringenden Focusdifferenz ist.

Ueberdies ist noch darauf Bedacht genommen, durch das Projections-System die chromatische Differenz der Vergrösserung, die in dem Objectivbild besteht, in gleicher Art wie bei den Compensationsocularen in dem schliesslichen Bild aufzuheben.

Die sämmtlichen Manipulationen behufs der Einstellung, die ebenso gut für kurze wie für beliebig grosse Plattenabstände bewirkt werden kann, gestalten sich bei dieser Methode ausnehmend einfach.

Solche Systeme zur Projection sind, weil sie in der äusseren Form Ocularen ähnlich sehen und auch ganz so wie diese mit dem Mikroskop verbunden werden, unter der Bezeichnung Projections-Oculare eingeführt worden.

Die Erfahrungen, welche angesehene Kenner der Mikrophotographie über die in Rede stehende Methode inzwischen schon gewonnen haben, lassen voraussehen, dass sie in Zukunft in allgemeinen Gebrauch kommen werde.

Discussion: Herr Thomae.

---

11. Sitzung am 23. Juli 1886.

1) Herr Sohncke berichtete

Ueber Hydromagnetismus,

und stellte Experimente an.

(Ein Bericht ist nicht eingegangen).

2) Herr Ziegenspeck sprach

Ueber das foetale Herz (Mensch)

und demonstrirte.

3) Herr Walther trug

Ueber die „Hundertfadenlinie“

vor.

(Berichte sind nicht eingegangen).

Nachträge.

Nachtrag zur Sitzung vom 19. Februar 1886.

Herr Detmer sprach

Ueber die Einwirkung niederer Temperaturen auf Pflanzen.

Der Vortragende machte zunächst Mittheilung über die neueren Untersuchungen Müller-Thurgau's, welche sich auf den Temperaturgang im Innern gefrierender Pflanzentheile beziehen. Er hat die Experimente des genannten Forschers wiederholt und die Resultate derselben bestätigt gefunden. Weiter betonte der Vortragende, dass die Eisbildung im Innern gefrierender Pflanzentheile gewöhnlich nicht in den Zellen, sondern in den Intercellularen zwischen den Zellen erfolgt.

Wenn Pflanzentheile in Folge der Einwirkung niederer Temperaturen absterben (erfrieren), so verlieren sie, da die normale Molekularstruktur der Hautschichten des Protoplasma zerstört ist, ihren Turgor, an der Luft vertrocknen sie schnell, und manche erfrorene Pflanzentheile besitzen auch, im Gegensatze zu den nicht abgestorbenen, ein missfarbiges Aussehen.

Die Untersuchungen des Vortragenden, welche aber noch fortgesetzt werden sollen, beziehen sich zumal auf die ausserordentich verschiedenartige Widerstandsfähigkeit zahlreicher Pflanzentheile niederen Temperaturen gegenüber.

1. Lufttrockene Früchte und Samen können längere Zeit niederen Temperaturen (z. B. — 10 ° C.) ausgesetzt werden, ohne ihre Keimfähigkeit einzubüssen, während die gequollenen Untersuchungsobjekte, wenn sie derselben niederen Temperatur preisgegeben sind, zu Grunde gehen. Beträchtlichere Kältegrade sind aber dennoch nicht ohne jede nachtheilige Einwirkung auf manche lufttrockene Pflanzentheile. Werden z. B. Weizenkörner einer Temperatur von — 10 ° C. ausgesetzt, so sind sie nachträglich allerdings noch keimfähig, aber die Wachsthumsgeschwindigkeit ihrer Keimtheile ist auf jeden Fall eine geringere als gewöhnlich.

2. Manche Pflanzentheile und Pflanzen (z. B. Bellis perennis, Nadeln vieler Coniferen, Wurzelblätter von Primula elatior, Moose) ertragen ziemlich erhebliche Kältegrade unter 0 ° C. ohne jeden Schaden. Bei noch weiterer Senkung der Temperatur unter 0 ° C. gehen dieselben Pflanzentheile aber oft zu Grunde. So wurden z. B. Wurzelblätter von Primula elatior im Winter in verschlossenen Gläsern, in denen sie sich mit Luft in Berührung befanden, 6 Stunden lang entweder einer Temperatur von etwa — 7, oder einer Temperatur von etwa — 17 ° C. ausgesetzt. Wenn die steif gefrorenen Untersuchungsobjekte nun in Wasser von 0 ° C. gelangten, so ergab sich, dass die bei — 7 ° C. gefrorenen nach dem Aufthauen noch lebendig waren, während die bei — 17 ° C. gefrorenen abgestorben erschienen. Ausserordentlich widerstandsfähig niederen Temperaturen gegenüber erweisen sich viele Bacterien. Als Malzextract, der mit minimalen Bacterienmengen inficirt worden war, in zugeschmolzenen Glasröhren 6 Stunden lang einer Temperatur von — 17 ° C. ausgesetzt wurde, ergab sich, dass sich in den schnell aufgethauten Flüssigkeiten im Verlauf weniger Tage eine üppige Bacterienvegetation entwickelte.

3. Sachs hat gefunden, dass viele gefrorene Pflanzentheile zu Grunde gehen, wenn sie schnell aufgethaut werden, während sie am Leben bleiben, wenn das Aufthauen langsam vor sich geht. Der Vortragende hat ähnliche Erfahrungen gemacht. Es wurden Wurzelblätter von Primula elatior 6 Stunden lang einer Temperatur von etwa — 7 ° C. ausgesetzt. Wenn die steif gefrorenen Blätter in Wasser von 6 ° C. gelangten, so waren sie sämmtlich nach dem Aufthauen nicht abgestorben. Wurde aber das Aufthauen der Blätter durch Einbringen der gefrorenen Untersuchungsobjecte in Wasser von 17 ° C. sehr beschleunigt, so blieben keineswegs alle Blätter am Leben.

4. Der Vortragende hat sicher festgestellt, dass es Pflanzen-

theile giebt, die schon in Folge des Gefrierens an sich absterben. So verhalten sich z. B. die Blätter von Begonia manicata, was daraus mit Bestimmtheit zu ersehen ist, dass sie eine auffallende Farbenveränderung erfahren, wenn Eisbildung in ihrem Gewebe zu Stande kommt.

5. Experimente, die der Vortragende zur Entscheidung der Frage ausführte, ob Pflanzen bei niederen Temperaturen über 0° C. durch Erfrieren getödtet werden können, ohne also vorher gefroren gewesen zu sein, haben selbst für Untersuchungsobjecte, die in wärmeren Gegenden heimisch sind, zu negativen Resultaten geführt. (Vergl. eine Abhandlung des Vortragenden im laufenden Jahrgange der botanischen Zeitung).

Nachtrag zur Sitzung vom 5. März 1886.

Herr Liebscher sprach über

Eine neue Theorie der Düngung.

Als wichtigste theoretische Grundlage der Düngerlehre gelten bekanntlich die Liebigschen Lehren und namentlich das sogenannte Liebigsche Gesetz vom Minimum, nach welchem der Ertrag eines Feldes gesteigert wird durch Düngung desselben mit denjenigen Pflanzennährstoffen, die im Verhältniss zur Zusammensetzung der Ernteproducte sich im Boden in geringster Menge finden. So richtig dies auch im allgemeinen ist, so zeigt doch die landwirthschaftliche Erfahrung, dass die bisherige Theorie der Düngung uns bei ihrer Anwendung auf den einzelnen bestimmten Fall sehr oft im Stich lässt. Dies hat zu einer grossen Anzahl von wenig bewiesenen Hilfshypothesen geführt, die alle zu entschuldigen bestimmt sind, weshalb hier oder da die Düngung anders eingerichtet werden müsse, als es die Liebigsche Theorie eigentlich erfordert. Versuche zu einer durchgreifenden Lösung dieser Schwierigkeiten, durch allgemein brauchbare Modificationen oder Erweiterungen jener Fundamental-Theorie, haben die letzten Jahre zu Tage gefördert in den Arbeiten von Wagner und von Drechsler. Hiernach werden die verschiedenen Nährstoffe von ein und derselben Pflanze nicht mit der gleichen Energie aufgesogen und soll

die eine Kulturpflanze, z. B. ein stärkeres Aneignungsvermögen für Stickstoffverbindungen, die andere etwa für Phosphate besitzen. Auf gleichem Boden würde deshalb die erstere nicht dankbar sein für eine Stickstoffdüngung, wohl aber für die Zufuhr von Phosphorsäure, für die sie ein weniger starkes Aneignungsvermögen besitzt, während es bei der letzteren Pflanze umgekehrt sein würde. Drechsler giebt derartigen Erscheinungen dann die Deutung, dass eine bestimmte Pflanze den einen Nährstoff aus dem Vorrathe des Bodens, den andern aus der Düngung zöge und dass es deshalb unsere Aufgabe sei, einerseits den Boden in Liebigs Sinne durch Ersatz der ihn entzogenen Nährstoffe zu düngen, damit sein Nährstoffvorrath nicht mit der Zeit erschöpft werde. Andererseits soll es aber nöthig sein, die Pflanzen zu düngen, indem wir ihnen diejenigen Nährstoffe in leichtlöslicher Form darbieten, welche sie sich relativ schwierig anzueignen vermögen.

Aus den bisher bekannt gewordenen Versuchen lässt sich aber nicht nachweisen, dass wirklich eine in der geschilderten Weise verschieden ausgebildete Aneignungsenergie existirte und ist ihr Vorhandensein auch nach den bei der Stoffaufnahme wirksamen osmotischen Gesetzen so gut wie ausgeschlossen, wenigstens soweit die Kenntniss der factischen Vorgänge bei der Stoffaufnahme bis jetzt reicht. Der Vortragende glaubt aber in anderer Weise die jetzt noch bestehenden Schwierigkeiten beseitigen zu können.

Aus den bisherigen Versuchen über die Ernährung der Kulturpflanzen geht hervor, dass der zeitliche Verlauf der Stoffaufnahme bei allen einschlagenden Fragen ein Factor von der grössten Bedeutung sei, da manche Pflanzen, wie z. B. die Sommergetreidearten in der Zeit vor dem Schossen, also in wenigen Wochen, den grössten Theil ihres gesammten Stoffbedarfes aufnehmen und später nur noch sehr wenig dazufügen, während andere gleichmässig während des ganzen Sommers in demselben Verhältniss Nährstoffe aufnehmen, wie sie organische Substanz produciren. Erstere verlangen deshalb eine Düngung mit leichtlöslichen Stoffen, letzteren ist eine allmälig, aber fortwährend neue Stoffmengen darbietende, weil sich langsam zersetzende, Stallmistdüngung gedeihlicher. Die Frage nach der richtigen Zeit der Düngung und viele andere stehen, wie leicht ersichtlich, hiermit im engsten Zusammenhange. Viele Verschiedenheiten des Verhaltens unserer Kulturgewächse aber, welche darauf hinauslaufen, dass die eine bescheidener ist als die andere in ihren Ansprüchen an die Stärke der Düngung oder den Reichthum des Bodens, finden allein

in dem zeitlichen Verlaufe der Stoffaufnahme und der absoluten Grösse des Stoffbedarfes nicht ihre Erklärung. Es ist zum vollen Verständniss ausserdem noch nöthig, Rücksicht zu nehmen auf die quantitative Entwicklung des Wurzelsystems. Mit andern Worten heisst dies, man muss wissen, wie gross die Arbeit der Stoffaufnahme ist, welche die einzelne Wurzel in der Zeit der Stoffaufnahme täglich zu leisten hat, damit die Pflanze normal gedeihen kann, wenn man begreifen will, wie es kommt, dass die eine Pflanze eine reiche, eine andere aber nur eine schwache Düngung des Bodens zu ihrer normalen Entwicklung gebraucht. An einer Anzahl graphischer Darstellungen des Verlaufes der Stoffaufnahme und des Arbeitsquantums der Wurzeln verschiedener Kulturpflanzen wurde das Gesagte erläutert und die Resultate zusammengefasst in folgender Erweiterung der bisherigen Düngungstheorie:

Das Düngerbedürfniss der Kulturpflanzen ist abhängig, nicht nur von dem Verhältniss zwischen dem Stoffgehalte des Bodens und der Ernte, sondern ausserdem von dem zeitlichen Verlaufe der Stoffaufnahme und der quantitativen Ausbildung des Wurzelsystems während derselben. Wahrscheinlich erscheint es, dass ausserdem noch die Wurzel-Ausscheidungen, also auch das Längsvermögen der Wurzeln, verschiedener Pflanzen Verschiedenheiten aufweisen, dies zu berüchsichtigen ist aber bisher noch nicht möglich. Eine ausführliche Veröffentlichung über diesen Gegenstand stellt der Referent demnächst in Aussicht.

Anhang.

Erklärung.

Herr Professor Krukenberg hat in den Sitzungsberichten der Jenaischen Gesellschaft für Medizin und Naturwissenschaften unlängst eine Arbeit „Zur Beurteilung des Nährwertes der sog. Leube-Rosenthal'schen Fleischsolution“ veröffentlicht, von welcher einem von uns am 31. v. M. ein Separatabdruck zugeschickt wurde. Sie enthält u. a. einen Passus, welcher nicht mehr die wissenschaftliche Seite der Frage betrifft und geeignet ist, mindestens ein grobes Mißverständnis zu veranlassen, so daß wir gezwungen sind, dem darin Gesagten unverzüglich entgegenzutreten. Herrn Professor Krukenberg wurde „mitgeteilt“, daß wir als „Erfinder der Fleischsolution an deren Verkauf mitbeteiligt seien.“ Abgesehen von den ersten Jahren der Fabrikation des Präparates, wo wir eine gewisse Kontrolle ausüben wollten, also seit ca. 10 Jahren, haben wir mit dem Verkauf der verschiedenen Präparate durchaus nichts mehr zu thun. Alle gegenteiligen Behauptungen müssen wir für falsch erklären.

Würzburg und Erlangen, April 86.

Dr. W. Leube, Dr. J. Rosenthal.

Zu obiger Erklärung sei meinerseits nur bemerkt, daß, da Leube (Über die Therapie der Magenkrankheiten. Samml. klin. Vorträge von R. Volkmann. No. 62. 1873. S. 513 Anm.) seine Mitbeteiligung bei der kaufmännischen Herstellung der Fleischsolution selbst zugesichert und sich von derselben meines Wissens später auch nicht wieder losgesagt hat, das Präparat überdies

wesentlich dasselbe geblieben, dasselbe von ihm wie früher ordiniert wird, und das Absatzgebiet jüngsthin nur gewachsen sein kann, meine von den beiden Herren Autoren bekämpfte Annahme von allen Interessenten wohl ganz ausnahmslos geteilt wird. Das kann notwendig nicht anders sein, denn auf der Etikette des Stütz'schen Präparates steht noch heute ausdrücklich angegeben, es sei das in Leube's obengenannter Broschüre „einzig empfohlene Fabrikat".

Krukenberg.

Vorläufige Mittheilungen zur Morphologie der Echiniden.

Von

Dr. Otto Hamann,

Privatdozent und Assistent a. zool. Institut in Göttingen.

5. Mesenchymatöse und epitheliale Muskelfasern.

Die gesammte Muskulatur der Echiniden ist zweifachen Ursprunges. Ein Theil entsteht aus Zellen des Coelomepithels, ein anderer aus Mesenchymzellen, aus den Bindesubstanzzellen. Zu den letzteren gehören die Muskelfasern in den Pedizellarien sowie den Stacheln. Wir haben also (vergleiche Nr. 2 dieser Mittheilungen) echte quergestreifte Muskulatur mesenchymatösen Ursprunges bei dieser Gruppe vor uns.

Untersucht man Muskelfasern der Darmwandung (also solche epithelialen Ursprunges) und vergleicht sie mit mesenchymatösen Muskelfasern, so ist zwischen beiden Arten kein Unterschied zu erkennen. Der Bau der mesenchymatösen Muskelfaser gleicht dem der epithelialen in allen Stücken und ist es unmöglich an der ausgebildeten Muskelfaser ihren Ursprung zu errathen. Dies gilt zunächst nur für die Muskulatur der Echiniden, der Echinodermen überhaupt. Immer haben wir eine Muskelfaser (glatt oder quergestreift) vor uns, welche eine Längsstreifung zeigt und bei welcher es gelingt einen Zerfall in Fibrillen entsprechend der Längsstreifung hervorzurufen. (Dies gilt besonders von der quergestreiften Muskelfaser, vergl. Nr. 2.) Der Zellkern, oft noch von einem Rest der Bildungszelle umgeben, liegt bei beiden Arten der Faser in der ungefähren Mitte aussen an.

Schon aus der Lagerung der Anhangsorgane der Haut, der Pedizellarien und Stacheln, geht hervor, dass ihre Muskulatur nur mesenchymatösen Ursprunges sein kann. Die Ontogenie einer

Pedizellarie bringt aber erst den direkten Nachweis. An jungen Echiniden (von ungefähr 0,5—1 cm Durchmesser) erkennt man, wie in der Knospenanlage der Pedizellarie Mesenchymzellen spindelig, also an zwei Polen auswachsen. Bei dem weiteren Wachsthum der Muskelzelle bleibt der Kern nicht innerhalb der Muskelfaser liegen, sondern rückt an die Peripherie derselben. Die contractile Substanz ist in Gestalt feiner Fibrillen ausgeschieden, die Muskelzelle also ein Fibrillenbündel. Zeigen diese einzelnen Fibrillen eine Querstreifung, so kommt die früher beschriebene quergestreifte Muskelzelle zu Stande.

6. Die Intergenitalplatten mit den Fühlern und den vermeintlichen Augen.

Auf den Intergenitalplatten (Ocellarplatten, Agassiz) finden sich bei einer Reihe von Echiniden-Gattungen Pigmentflecke vor, die man als Augen deuten zu können glaubte, da sie an den Enden der Seesternarme homologen Stellen liegen. Die Untersuchung der Echiniden des Mittelmeeres ergab, dass es sich um keinerlei an die Seesternaugenflecke erinnernde Bildungen handelt, sondern lediglich Pigment angehäuft im Epithel liegt, welches die Intergenitalplatten überzieht, und dass bei einigen Arten dasselbe überhaupt fehlen kann.

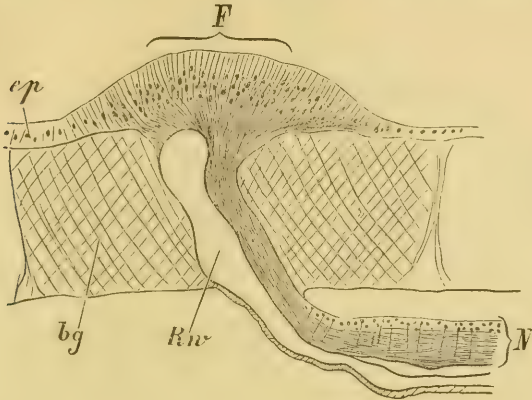
Dieses Pigment liegt nun an der Stelle, wo die Augenflecke beim Seestern sich finden, und da auch der Fühler des letzteren sich wenig modificirt wiederfindet, so ist man wohl berechtigt von einer Rückbildung der Augenflecke zu sprechen.

Wird der Fühler beim Seestern von einer Platte überdacht, so durchbohrt er beim Seeigel dieselbe, indem er theils in, theils auf die Platte zu liegen gekommen ist. Im Fühler des Seesterns ist das Epithel stark verdickt, besteht aus langen Sinneszellen. Dieser Theil des Fühlers ist beim Seeigel auf die Intergenitalplatte zu liegen gekommen (wie ein Verticalschnitt durch die entkalkte Platte zeigt, welcher zugleich durch die Mitte eines Ambulacrums geht, also den Ambulacralnerv mit dem Wassergefäss trifft.)

In der Figur ist dieser Theil des Fühlers mit *F* bezeichnet worden.

Wie nun weiter beim Seestern im Fühler je ein ambulacrales Wassergefäss blind endet und ein Nervenstamm ebenfalls sein Ende

findet, so haben wir auch beim Seeigel das blind geschlossene Ende des ambulacralen Wassergefässes *Rw* vor uns und weiter den Nervenstamm, der ebenfalls die Platte durchbohrt und sich auf derselben in der Tiefe des Epithels ausbreitet, indem seine Fasern mit den Epithelsinneszellen in Verbindung treten.



Verticalschnitt durch eine entkalkte Intergenitalplatte von Echinus acutus (0,7 mm Durchmesser). *F* der auf der Platte liegende Theil des Fühlers. (Dem Ende und Augenpolster des Seestern-Fühlers entsprechend.) *N* Ambulacralnervenstamm. *Rw* Wassergefäss. *ep* Körperepithel. *bg* Bindesubstanz entkalkt.

Insofern als die Beweglichkeit des Echiniden-Fühlers durch die Art seiner Lagerung vollständig aufgehoben ist, könnte man von einer incompleten Homologie sprechen, indem ja der Fühler der Seesterne durch die Inhalts-Flüssigkeit der Wassergefässe stark ausgedehnt werden kann und beweglich ist.

7. Das periphere Nervensystem.

Alle die in den Anhangsorganen des Körpers vorkommenden Nerven nehmen ihren Ursprung von den Nervenästen, welche seitlich von den Ambulacralnervenstämmen austreten und in der Wandung der zu den Ampullen führenden Wassergefässäste verlaufen. Sie begleiten das in die Füsschen eintretende Wassergefäss zunächst bis zur Basis desselben, um hier sich zu verästeln. Ein Teil des Nervenastes tritt in das Füsschen ein, während die Hauptmasse sich unterhalb des Hautepithels verzweigt und ein subepitheliales Nervengeflecht bildet, von welchem die Nervenzweige zu den Pedizellarien, Stacheln u. s. w. ausgehen. Dieses Nervenge-

flecht setzt sich aus feinsten Fibrillen mit bi- und multipolaren Ganglienzellen zusammen. An der Basis des Stachels kommt es zu einer ebenfalls noch unbekannten Bildung: es findet sich hier ein Ringnerv vor, von welchem aus der Stachel mit Nervenfasern versorgt wird. Auf die weiteren Einzelheiten, die sich im Verlauf dieses Hautnervensystems bieten, lässt sich schwer ohne Abbildungen eingehen.

8. Die analen Schizocoelräume mit ihren Blutlakunen.

Von meinen Resultaten in Betreff des Blutlakunensystems hebe ich einige die Beachtung besonders verdienende hervor. Bisher war die Frage nach einem analen Blutlakunenring unentschieden und wurde von den verschiedenen Forschern verschieden beantwortet.

In der That findet sich bei allen Echiniden ein analer Blutlakunenring vor. Das Gebilde aber, welches Greeff u. a. für denselben angesehen haben, ist ein ein sinuöser Hohlraum, ein ringförmiger Schizocoelraum, in welchem der bisher übersehene Blutlakunenring theilweise zu liegen gekommen ist, theilweise aber in der Wandung verläuft. Wir haben es somit mit einem Hohlraum zu thun, der in Ludwig's Sinne als Perihämalraum bezeichnet werden kann. Von diesem ringförmigen Schizocoelraum gehen zu den fünf Geschlechtsorganen Hohlräume ab, welche ebenfalls Blutlakunen einschliessen, die in der Wandung der Geschlechtsschläuche sich verzweigen.

Diesen ringförmigen Schizocoelsinus durchsetzt der Steinkanal, welcher mit seinem Anfangstheile, unterhalb der Madreporenplatte, in denselben zu liegen kommt. So kommt es auch bei den Echiniden zur Bildung eines sog. schlauchförmigen Kanales. Inwiefern derselbe aber rudimentär geworden ist, erörtere ich in der ausführlichen Arbeit. Dort werde ich auch nochmals näher eingehen auf den schlauchförmigen Kanal der Asteriden, welcher ebenfalls als Schizocoelraum, nicht aber als Enterocoelraum aufgefasst werden muss, wie ich bisher annahm.

Für die Redaktion verantwortlich:
Karl Bardeleben, Jena.

Frommannsche Buchdruckerei (Hermann Pohle) in Jena. — 263.

Jenaische Zeitschrift

für

NATURWISSENSCHAFT

herausgegeben

von der

medicinisch-naturwissenschaftlichen Gesellschaft

zu Jena.

Zwanzigster Band.

Neue Folge, Dreizehnter Band.

Erstes Heft.

Mit 9 Tafeln.

Preis: 6 Mark.

Jena,

Verlag von Gustav Fischer

1887.

Zusendungen an die Redaktion erbittet man durch die Verlagsbuchhandlung.

Ausgegeben am 8. Januar 1887.

Jenaische Zeitschrift

für

NATURWISSENSCHAFT

herausgegeben

von der

medicinisch-naturwissenschaftlichen Gesellschaft

zu Jena.

Zwanzigster Band.

Neue Folge, Dreizehnter Band.

Zweites und drittes Heft.

Mit 22 Tafeln.

Preis: 12 Mark.

Jena,

Verlag von Gustav Fischer

1887.

Zusendungen an die Redaktion erbittet man durch die Verlagsbuchhandlung.

Ausgegeben am 23. März 1887.

Jenaische Zeitschrift

für

NATURWISSENSCHAFT

herausgegeben

von der

medicinisch-naturwissenschaftlichen Gesellschaft
zu Jena.

Zwanzigster Band.

Neue Folge, Dreizehnter Band.

Viertes Heft.

Mit 7 Tafeln.

Preis: 6 Mark.

Jena,
Verlag von Gustav Fischer
1887.

Zusendungen an die Redaktion erbittet man durch die Verlagsbuchhandlung.
Ausgegeben am 23. Juni 1887.

Jenaische Zeitschrift

für

NATURWISSENSCHAFT

herausgegeben

von der

medicinisch-naturwissenschaftlichen Gesellschaft
zu Jena.

Zwanzigster Band.

Neue Folge, Dreizehnter Band.

Supplement,
Heft I.

Jena,
Verlag von Gustav Fischer
1886.

Zusendungen an die Redaktion erbittet man durch die Verlagsbuchhandlung.
Ausgegeben am 7. Mai 1886.

SITZUNGSBERICHTE

DER

JENAISCHEN GESELLSCHAFT

FÜR

MEDICIN UND NATURWISSENSCHAFT

FÜR DAS JAHR

1886.

ERSTES HEFT.

JENA

VERLAG VON GUSTAV FISCHER.

1886.

Frommannsche Buchdruckerei (Hermann Pohle) in Jena.

Jenaische Zeitschrift

für

NATURWISSENSCHAFT

herausgegeben

von der

medicinisch-naturwissenschaftlichen Gesellschaft

zu Jena.

Zwanzigster Band.

Neue Folge, Dreizehnter Band.

Supplement,

Heft II.

Jena,

Verlag von Gustav Fischer

1886.

Zusendungen an die Redaktion erbittet man durch die Verlagsbuchhandlung.

Ausgegeben am 29. Oktober 1886.

SITZUNGSBERICHTE

DER

JENAISCHEN GESELLSCHAFT

FÜR

MEDICIN UND NATURWISSENSCHAFT

FÜR DAS JAHR

1886.

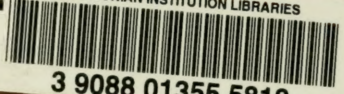
ZWEITES HEFT.

JENA

VERLAG VON GUSTAV FISCHER.

1886.

Frommannsche Buchdruckerei (Hermann Pohle) in Jena. — 263.


SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
3 9088 01355 5818